

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ХАРКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ
УНІВЕРСИТЕТ РАДІОЕЛЕКТРОНІКИ
УКРАЇНСЬКИЙ НАУКОВО-ДОСЛІДНИЙ ІНСТИТУТ ПРОТЕЗУВАННЯ,
ПРОТЕЗОБУДУВАННЯ ТА ВІДНОВЛЕННЯ ПРАЦЕЗДАТНОСТІ**

**А.Д. Салєєва, В.В. Семенець, О.Г. Аврунїн, П.О. Басєв,
В.В. Півоваров, С.В. Корнєєв, І.В. Карпенко**

**КОНСТРУЮВАННЯ
ТА ТЕХНОЛОГІЇ ВИГОТОВЛЕННЯ
ОРТЕЗІВ НА НИЖНІ КІНЦІВКИ**

Навчальний посібник

Харків-2022

УДК 615.477.3

*Рекомендовано до друку рішенням Вченої ради
Харківського національного університету радіоелектроніки
(протокол № 11/12 від 24.12.2021)*

**Салєєва А.Д., Семенець В.В., Аврунїн О.Г., Баєв П.О., Півоваров В.В.,
Корнєєв С.В., Карпенко І.В.**

Конструювання та технології виготовлення ортезів на нижні кінцівки:
навчальн. посібник / А.Д. Салєєва, В.В. Семенець, О.Г. Аврунїн, П.О. Баєв,
В.В. Півоваров, С.В. Корнєєв, І.В. Карпенко. – Харків: ХНУРЕ, 2022. – 303 с.

ISBN978-966-659-373-6

У навчальному посібнику викладено загальні аспекти виготовлення ортезів на нижні кінцівки, подано інформацію щодо конструкцій шарнірних і безшарнірних ортезів на нижні кінцівки для пацієнтів із різними патологіями опорно-рухового апарату, матеріалів та комплектувальних виробів, які використовуються для виготовлення ортезів. У посібнику також наведено основні технологічні операції виготовлення ортезів на нижні кінцівки.

Рекомендовано здобувачам вищої освіти денної та заочної форм навчання спеціальності «Біомедична інженерія», освітня програма «Ортопедичні технології та інженерія».

ISBN978-966-659-373-6

DOI: 10.30837/978-966-659-373-6

- © А.Д. Салєєва, В.В. Семенець, О.Г. Аврунїн,
П.О. Баєв, В.В. Півоваров, С.В. Корнєєв,
І.В. Карпенко, 2022
- © Харківський національний університет
радіоелектроніки, 2022

ЗМІСТ

Вступ	6
1 Загальні поняття про ортези на нижні кінцівки	8
1.1 Класифікація ортезів на нижні кінцівки й комплектувальних виробів до них.....	8
1.2 Термінологія, що використовується в ортезуванні нижніх кінцівок	11
1.3 Обстеження й тестування пацієнта.....	16
1.4 Основні принципи призначення ортезів на нижні кінцівки. Розташування центрів шарнірів, схема побудови стандартної конструкції ортеза на колінний і гомілковостопний суглоби-стопу (KAFO)	39
1.5 Термопластичні матеріали, що застосовуються в ортезуванні нижніх кінцівок	48
1.6 Комплектувальні вироби до ортезів на нижні кінцівки (шарніри, шини).....	53
Контрольні завдання	64
2 Безшарнірні ортези на нижні кінцівки	66
2.1 Ортези на стопу (устілки) (FO).....	66
2.2 Безшарнірні ортези на гомілковостопний суглоб-стопу (AFO).....	70
2.3 Безшарнірні ортези на гомілковостопний суглоб-стопу з реакцією у фазу опори (GRAFO)	83
2.4 Безшарнірні тотально-контактні ортези на гомілковостопний суглоб-стопу в разі діабетичної остеоартропатії (стопа Шарко)	87
2.5 Конструкції індивідуальних безшарнірних ортезів на нижні кінцівки	93
Контрольні завдання	108
3 Шарнірні ортези на нижні кінцівки	110
3.1 Ортези на гомілковостопний суглоб-стопу (AFO).....	110
3.2 Приклади призначень ортезів на гомілковостопний суглоб-стопу (AFO).....	123
3.3 Ортези на колінний суглоб (KO)	129

3.4 Ортези на колінний і гомілковостопний суглоби-стопу з термопластичних матеріалів із беззамковими колінними шарнірами й гомілковостопними шарнірами різних конструктивних виконань (КАФО)	138
3.5 Ортези на колінний і гомілковостопний суглоби-стопу з термопластичних матеріалів із замковими колінними шарнірами й гомілковостопними шарнірами різних конструктивних виконань (КАФО)	147
3.6 Ортези на колінний і гомілковостопний суглоби-стопу з композиційних матеріалів із колінними й гомілковостопними шарнірами різних конструктивних виконань (КАФО)	154
3.7 Розвантажувальні ортези на колінний і гомілковостопний суглоби-стопу (КАФО)	163
3.8 Ортези на колінний і гомілковостопний суглоби-стопу для розроблення контрактур у дітей	167
3.9 Ортези на колінний і гомілковостопний суглоби-стопу з контролем фази опори (SCO)	174
3.10 Компенсувальні ортези на колінний і гомілковостопний суглоби-стопу	185
3.11 Ортези на колінний і гомілковостопний суглоби-стопу, виготовлені з використанням системи комп'ютерного автоматизованого проектування CAD/CAM	190
3.12 Лікувально-тренувальні ортези максимальної готовності на колінний і гомілковостопний суглоби-стопу або тест-ортези	198
3.13 Приклади призначень шарнірних ортезів на колінний і гомілковостопний суглоби-стопу (КАФО)	205
3.14 Ортези на тазостегновий суглоб (HrO)	219
3.15 Розвантажувальні ортези на тазостегновий, колінний і гомілковостопний суглоби-стопу (НКАФО) в разі хвороби Пертеса в дітей	237
3.16 Ортези на грудний, поперековий відділи хребта, тазостегновий, колінний і гомілковостопний суглоби-стопу (на дві нижні кінцівки з корсетом)	241
3.17 Ортези на грудний, поперековий відділи хребта, тазостегновий, колінний і гомілковостопний суглоби-стопу, що забезпечують еквівалентну зворотно-поступальну ходьбу (RGO)	245

3.18 Ортопедичний пристрій із візком, що забезпечує самостійну ходьбу дітей із ДЦП	259
3.19 Кілька важливих технологічних етапів виготовлення ортезів на колінний і гомілковостопний суглоби-стопу (КАФО)	264
Контрольні завдання	268
4 Ортези на нижні кінцівкисерійного виробництва	271
4.1 Типорозмірні ортези на стопу (FO)	271
4.2 Типорозмірні безшарнірні ортези на гомілковостопний суглоб-стопу (AFO)	274
4.3 Типорозмірні ортези на колінний суглоб (KO)	275
4.4 Типорозмірні ортези на колінний і гомілковостопний суглоби-стопу (КАФО)	280
4.5 Типорозмірні ортези на тазостегновий суглоб (HrO)	286
4.6 Типорозмірні ортези на тазостегновий, колінний і гомілковостопний суглоби-стопу (НКАФО)	289
Контрольні завдання	292
Перелік джерел посилання	294

ВСТУП

Ортези на нижні кінцівки – це різноманітні ортопедичні пристрої, що найчастіше призначають хворим із нейро-м'язовими порушеннями. Чисельність цих пристроїв із кожним роком збільшується. Така тенденція свідчить, з одного боку, про велике бажання більшості хворих ходити або принаймні стояти, а з іншого боку – про те, що сучасні технології ортезування надають значну допомогу у відновленні фізичних функцій, таких як ходьба і стояння. Тому можна зробити висновок, що ортези на нижні кінцівки застосовують, щоб відновити або поліпшити функції в разі різних захворювань, таких як остеомієліт, артроз, вивихи, підвивихи, хибні суглоби (псевдоартроз), остеопороз, посттравматичний стан, анкілоз, м'яві або спастичні паралічі, деформації великих суглобів (вальгусні або варусні), контрактури тощо.

Розроблення протезно-ортопедичних виробів, призначених для компенсації втрачених або порушених опорно-рухових функцій, ґрунтується на глибокому розумінні особливостей рухового апарату людини й основних закономірностей виконання людиною різноманітних дій, пов'язаних із рухами сегментів тіла.

Залежно від медичних призначень, застосовуються ортези на стопу, гомілковостопний суглоб, колінний суглоб, на всю ногу.

Станом на сьогодні існують ортези на нижні кінцівки, що використовуються для здійснення різних консервативних впливів:

- відновлення і тренування опорно-рухової функції нижніх кінцівок (функціональні ортези);
- фіксації нижньої кінцівки в певному положенні з метою створення спокою або профілактики деформацій (фіксувальні ортези);
- корекції деформацій і порушень рухомості в суглобах (коригувальні ортези);
- виконання декількох функцій одночасно або в разі складних деформацій (комбіновані або складні ортези).

Конструктивно ортези на нижні кінцівки містять гільзи, що кріпляться до шин і з'єднуються між собою механічними шарнірами в місцях, відповідних розташуванню суглобів кінцівки.

У розробленні конструкцій ортезів ураховуються їхні функціональні особливості. У зв'язку з цим розробляються схеми побудови ортезів, в яких враховується певне розташування шин, шарнірів, гільз, а також деякі важливі деталі, що забезпечують необхідну амплітуду рухів у шарнірах. Для зменшення

енергетичних витрат під час ходьби в ортезах для підвищення функціональності необхідно враховувати такі моменти, як розвантаження кінцівки для залучення ослаблених м'язів в акт ходьби, використання сили тяжіння та інерції, укорочення ноги в процесі згинання в колінному суглобі для переносу її над опорою, тренування під час ходьби для набуття корисних компенсаторних навичок.

У навчальному посібнику надано загальні поняття про ортезування нижніх кінцівок, перелічено основні матеріали й комплектувальні вироби, описано індивідуальні ортези, що охоплюють практично весь спектр сучасних конструкцій, визначено їхнє призначення та виконувані функції, наведено конструктивні особливості.

Усі ортопедичні вироби, а це понад 60 шарнірних і безшарнірних конструкцій ортезів на нижні кінцівки, розроблені в межах науково-дослідних робіт, що проводилися в УкрНДІпротезування протягом останніх декількох десятиліть. Переважна кількість розроблених у цій установі конструкцій ортезів на нижні кінцівки та способи їхнього виготовлення захищена патентами України на винаходи.

Хочеться сподіватися, що цей посібник допоможе здобувачам вищої освіти, які вивчають протезно-ортопедичну техніку, лікарям-ортопедам і технікам-ортезистам, що практикують, краще розібратися в досить складній дисципліні – «Конструювання та технології виготовлення ортезів на нижні кінцівки».

З основною літературою та власними патентними розробками можна ознайомитися за посиланнями [1–70], додаткову літературу розміщено в джерелах [71–97].

1 ЗАГАЛЬНІ ПОНЯТТЯ ПРО ОРТЕЗИ НА НИЖНІ КІНЦІВКИ

1.1 Класифікація ортезів на нижні кінцівки й комплектувальних виробів до них

Ортези на нижні кінцівки – це ортопедичні технічні лікувальні та допоміжні засоби. Вони слугують для відновлення або заміщення порушених або втрачених функцій опорно-рухового апарату людини. Якщо протези замінюють утрачену частину нижньої кінцівки – ортези слугують для заміни або підтримки її біомеханічних функцій.

Ортези на нижні кінцівки за виконуваними біомеханічними функціями поділяються на:

- фіксувальні;
- коригувальні;
- розвантажувальні;
- компенсувальні [1].

Міжнародна класифікація ортезів на нижні кінцівки

Класифікація ортезів на нижні кінцівки основана на описі ортезів на нижню кінцівку щодо сегментів тіла та суглобів, які вони охоплюють, і з використанням термінології, визначеної в міжнародних стандартах ISO.

Основна класифікація ортезів на нижні кінцівки:

- а) ортез на стопу – FO: ортез, що охоплює всю або частину стопи;
- б) ортез на гомілковостопний суглоб-стопу – AFO: ортез, що охоплює гомілковостопний суглоб та всю або частину стопи;
- в) ортез на колінний суглоб – KO: ортез, що охоплює колінний суглоб;
- г) ортез на колінний, гомілковостопний суглоб-стопу – KAFO: ортез, що охоплює колінний, гомілковостопний суглоби й стопу;
- д) ортез на тазостегновий суглоб – HO: ортез, що охоплює тазостегновий суглоб;
- е) ортез на тазостегновий і колінний суглоби – HKO: ортез, що охоплює тазостегновий і колінний суглоби;
- ж) ортез на тазостегновий, колінний і гомілковостопний суглоби-стопу – HKAFO: ортез, що охоплює тазостегновий, колінний та гомілковостопний суглоби й стопу.

Великі літери в аббревіатурі основної та додаткової класифікації ортезів на нижні кінцівки в перекладі з англійської мови позначають таке.

Для основної класифікації:

- F – *foot* – стопа;
- A – *ankle joint* – гомілковостопний суглоб;
- K – *knee joint* – колінний суглоб;
- H – *hip joint* – тазостегновий суглоб;
- O – *orthosis* – ортез.

Для додаткової класифікації:

- SAFO – *Solid Ankle Foot Orthosis* – жорсткий ортез на гомілковостопний суглоб-стопу;
- DAFO – *Dynamic Ankle Foot Orthosis* – динамічний ортез на гомілковостопний суглоб-стопу;
- GRAFO – *Ground Reaction Ankle Foot Orthosis* – ортез на гомілковостопний суглоб-стопу з керуванням реакцією опори (реакція землі);
- FRAFO – *Floor Reaction Ankle Foot Orthosis* – ортез на гомілковостопний суглоб-стопу з керуванням реакцією опори (реакція підлоги) – аналог GRAFO;
- RGO – *Reciprocating Gait Orthosis* – ортез для еквівалентної (зворотно-поступальної) ходьби.

Додаткова класифікація існує для деяких спеціальних ортезів на нижні кінцівки, наприклад, ортез GRAFO – це ортез AFO з реакцією у фазу опори з елементом, який охоплює колінний суглоб спереду. Конструкція цього ортеза істотно відрізняється від традиційного ортеза AFO, і тому має окрему аббревіатуру в групі ортезів на гомілковостопний суглоб-стопу. Є також ортези DAFO (динамічні безшарнірні ортези на гомілковостопний суглоб-стопу – ортези за Ненсі Хілтон) та RGO (ортези на грудний, поперековий відділи хребта, тазостегновий, колінний і гомілковостопний суглоби-стопу, що забезпечують еквівалентну (поперемінну) зворотно-поступальну ходьбу [2; 3].

Класифікація комплектувальних виробів до шарнірних ортезів на нижні кінцівки

Загальні положення

Шарнірні ортези на нижні кінцівки – це конструкції, що містять такі класи комплектувальних виробів:

- а) приєднувальні комплектувальні вироби;
- б) шарнірні комплектувальні вироби;
- в) структурні комплектувальні вироби;
- г) косметичні комплектувальні вироби.

Деякі комплектувальні вироби належать до більш ніж одного класу. Наприклад, гільзи із шаруватих пластиків та термопластичних матеріалів можуть бути як приєднувальними, так і шарнірними або структурними компонентами.

Приєднувальні комплектувальні вироби

Приєднувальні комплектувальні вироби – це вироби, що безпосередньо контактують із користувачем. Вони передають зусилля між ортезом і користувачем, що є результатом функціонування й можуть утримувати ортез на місці.

Приєднувальними комплектувальними виробами є:

а) гільзи, що охоплюють сегменти нижньої кінцівки (або частини сегмента). Вони повністю або частково обгорнені й можуть бути жорсткими або гнучкими, і мають бути доступними для введення кінцівки. Відкриті гільзи можуть утримуватися на кінцівці ременями. Гільзи створюють зусилля, перпендикулярне до поверхні кінцівки. Гільза може мати повну форму, яка нестиме навантаження;

б) вкладиші, що передають локальне зусилля перпендикулярно поверхні сегмента кінцівки або суглоба (для забезпечення цього ефекту можуть знадобитися ремені);

в) ремені, що передають локальні зусилля головним чином перпендикулярно поверхні сегмента кінцівки або суглоба;

г) взуття, що використовується разом з ортезом, має важливе значення для його функціонування.

Шарнірні комплектувальні вироби

Шарнірні комплектувальні вироби ортезів на нижні кінцівки дають змогу здійснювати рухи анатомічних суглобів або керувати ними.

Типи шарнірних комплектувальних виробів залежать від анатомічного суглоба, рухи якого вони мають дозволяти або керувати ними.

Серед комплектувальних виробів розрізняють:

а) тазостегнові шарніри;

б) колінні шарніри;

в) гомілковостопні шарніри.

Залежно від суглоба, на рівні якого розташовують шарнір, рухи можуть бути такими:

– на рівні тазостегнового суглоба – згинання / розгинання, відведення / приведення, внутрішня / зовнішня ротація;

– на рівні колінного та гомілковостопного суглобів – згинання / розгинання.

Шарніри можуть мати елементи, що керують їхнім рухом під час використання. Вони містять механізми, які:

- а) замикають шарнір під заданим кутом;
- б) обмежують амплітуду рухів шарніра в заданому діапазоні;
- в) сприяють або протистоять руху шарніра.

Приведення в дію замикання / розмикання може бути ручним або автоматичним у таких комбінаціях:

- ручне замикання / ручне розмикання;
- автоматичне замикання / ручне розмикання;
- автоматичне замикання / автоматичне розмикання.

Структурні комплектувальні вироби

Структурні комплектувальні вироби з'єднують між собою приєднувальні та шарнірні комплектувальні вироби й зберігають регулювання ортеза на нижню кінцівку. До таких виробів належать шини. У готових виробах шини можуть бути розташовані щодо сегмента нижньої кінцівки: із внутрішнього боку, із зовнішнього боку, спереду, ззаду.

Косметичні комплектувальні вироби

Косметичні комплектувальні вироби застосовують для забезпечення форми, кольору й текстури в ортезах на нижні кінцівки.

До них належать:

- а) наповнювачі, що компенсують недолік м'яких тканин;
- б) покриття або чохла, що наносять на структурні та інші елементи для поліпшення зовнішнього вигляду [2; 3; 4].

1.2 Термінологія, що використовується в ортезуванні нижніх кінцівок

Застосування стандартної термінології мультидисциплінарною бригадою (лікарем, ортезистом, реабілітологом) є ключем для чіткого й ефективного спілкування та взаєморозуміння в процесі призначення, виготовлення, примірювання та експлуатації ортезів на нижні кінцівки.

Стандарт з термінології для ортезів розроблений на початку 1970-х рр. До цього часу ортези були ідентифіковані іменами власними або епонімом (*еропут*), а саме за місцем походження та за ім'ям розробника,

або іноді це могла бути не пов'язана ні з чим назва. Є списки таких назв, як корсет Мілуокі (*Milwaukee brace*), ортез за *Klenzak* і ортез *Scottish Rite Orthosis*. Часто проблема з епонімами полягає в тому, що вони не ідентифікують сферу застосування ортеза або його мету, і можуть бути відомі тільки на місцях клінічним лікарям. Знання епонімічних назв ортезів залишається в механічній пам'яті, але це не логічний і не систематичний підхід. Мета стандарту з термінології – розроблення термінів на підставі логічних систем, що дали б змогу називати вироби за функціями.

З метою класифікації тіло людини розділене на три основні анатомічні зони: верхні кінцівки, нижні кінцівки й хребет. У стандартах із термінології ортези визначені як «будь-який пристрій (прилад) медичного призначення, що додається до фізичного сегмента нижньої кінцівки або навколо нього в разі фізичного порушення або обмеження фізичних можливостей». Стандарт із термінології рекомендує, щоб для опису ортеза використовувався великий суглоб нижньої кінцівки – тазостегновий, колінний або гомілковостопний, що охоплюється ортезом. Початкові букви від назв великих суглобів з'єднують разом і створюють акроніми – вид аббревіатури, що містить початкові літери. Прикладом можна навести короткий ортез на нижню кінцівку, що став ортезом на гомілковостопний суглоб-стопу (AFO) і довгий ортез на всю ногу, який став ортезом на колінний, гомілковостопний суглоби-стопу (KAFO). Ця термінологія підтверджена Міжнародною організацією зі стандартизації (ISO) і прийнята в усьому світі.

Для простоти термінологія об'єднує деякі комплекси суглобів нижніх кінцівок в одне ціле з описовою метою. Тільки якщо ортез призначають, щоб забезпечити особливе управління окремими суглобами цих комплексів, його необхідно описати більш докладно. Ортез, розроблений, щоб керувати рухом у піднадп'ятковому суглобі стопи, може бути названий «ортез на стопу (FO) для управління рухом у піднадп'ятковому суглобі». Акроніми (скорочення), які містять понад п'ять букв, зустрічаються нечасто. Наприклад, корсет, з'єднаний з двома ортезами на всю ногу, теоретично відомий як TLSHKAFO, на практиці його називають «ортез на грудо-попереково-крижову ділянку (TLSO) плюс два ортези на всю ногу (HKAFO)». Або ортез із корсетом і двома ортезами на всю ногу, який забезпечує еквівалентну зворотно-поступальну ходьбу, на практиці звучить як RGO.

Особливу термінологію використовують, щоб описати тип бажаного управління суглобом нижньої кінцівки за допомогою ортеза: вільний рух (відсутність управління), сприяння руху, рух з опором, рух із зупинкою та обмежений рух.

Ортез може сприяти вільному або неускладненому руху в заданій площині. Наприклад, ортез на гомілковостопний суглоб-стопу (АFO) з механічним гомілковостопним шарніром із вільним рухом може використовуватися для управління в медіалатеральному напрямку (рух всередину / назовні). Однак у сагітальній (бічній) площині він сприяє вільному руху по всій амплітуді тильного й підошовного згинання стопи.

Ортез може сприяти руху через зовнішнє зусилля, яке додається, щоб збільшити амплітуду, швидкість або силу бажаного руху, використовуючи пружину, еластичний ремінь із метою компенсувати ефекти сили тяжіння. Наприклад, ортез на гомілковостопний суглоб-стопу (АFO), що сприяє тильному згинанню. Коли еластичні пристрої, такі як пружини або гумові реміні, використовуються для сприяння руху, важливо звернути увагу, що матиме місце опір іншого руху. Використання пружин у механічних гомілковостопних шарнірах, щоб забезпечити сприяння тильному згинанню стопи, автоматично збільшує зусилля, потрібне, щоб здійснити її підошовне розгинання.

Ортез може також чинити опір руху, щоб зменшити швидкість або силу небажаного руху. Наприклад, ортез на гомілковостопний суглоб-стопу (АFO) з опором згинання стопи використовується, щоб перешкоджати удару стопи під час навантаження за наявності слабких передніх м'язів гомілки або в разі втрати чутливості. Як тільки п'ята вдаряється об опору, пружина для опору згинанню здійснює нормальну ексцентричну дію, яка зазвичай виконується передньою мускулатурою.

Ортез може зупиняти або обмежувати амплітуду руху. У призначенні необхідно вказати, який особливий рух буде зупинено й коли зупинка має відбутися. Ортез на колінний суглоб (КО) із зупинкою згинання під кутом 90° і зупинкою розгинання під кутом 20° може використовуватися після операції, щоб обмежити рух у колінному суглобі. У призначенні необхідно вказати, коли потрібні регульовані упори: ортез на колінний суглоб (КО) з регульованою амплітудою зупинки руху – встановити амплітуду від згинання під кутом 90° до розгинання під кутом 20° .

Ортез може також стримувати, усуваючи всі рухи суглоба в певному положенні. Для хворого зі слабкою передньою мускулатурою гомілки та слабкими литковими м'язами може бути призначений жорсткий пластмасовий ортез на гомілковостопний суглоб-стопу (АFO), який повністю обмежує рух у гомілковостопному суглобі. Цей ортез можна уявити як жорсткий пластмасовий ортез на гомілковостопний суглоб-стопу (АFO), щоб утримувати

гомілковостопний суглоб у положенні тильного згинання під кутом 5° [3; 4; 5; 6]. Нижче в таблиці наведені основні терміни, що застосовуються в ортезуванні нижніх кінцівок.

Таблиця 1.1 – Терміни, застосовувані в ортезуванні нижніх кінцівок

Терміни	Значення
1	2
Абдукція	Відведення
Аддукція	Приведення кінцівки до середньої лінії тіла
Анкілоз	Відсутність рухомості в суглобі
Адгезія	Зв'язок між приведеними до контакту різнорідними поверхнями
Антагоніст	М'яз, що діє в протилежному напрямку щодо іншого м'яза
Атаксія	Тремор, невпевнена, хитка хода, труднощі під час ходьби
Бугор сідничний	Потовщення гілки сідничної кістки в задньо-нижньому відділі таза
Вальгусна деформація нижніх кінцівок	Деформація, що має X-подібну форму. У цьому разі нижні кінцівки в ділянці колінних суглобів ніби зміщені всередину і ноги набувають форми букви X
Варусна деформація нижніх кінцівок	Деформація, що визначається так званою O-подібною формою. У цьому разі нижні кінцівки в ділянці колінних суглобів відхиляються назовні й деформацію видно під кутом, відкритим усередину
Вентральний (антеріор)	Передній (черевний)
Гіперекстензія	Перерозгинання (рекурвація колінного суглоба)
Гіперфлексія	Надмірне згинання
Геміплегія	Спастичний параліч, що охоплює тільки один бік, тобто руку та ногу з одного боку тіла
Гоніометр	Прилад для вимірювання амплітуди руху в суглобах
Горизонтальна площина	Площина, паралельна горизонтальній опорній поверхні, що ділить тіло людини на верхню та нижню частини
Дисплазія стегна	Уроджена вада розвитку головки стегнової кістки
Дистальний відділ (нижній)	Відділ кінцівки, який віддалений від центра тіла
Дистракція	Розтягування
Дорсальний (постеріор)	Задній, тильний, спинний
Dorsiflexion	Тильне згинання стопи

Продовження таблиці 1.1

1	2
Еверсія	Поворот стопи підшвою назовні (вальгус)
Еквінусна стопа	Відвисла стопа, обмеження тильного згинання стопи (рух догори)
Екстензія	Розгинання
Ексцентричне скорочення	Подовження м'язових волокон (м'язів)
Етіологія захворювання	Причини захворювання
Ізотонічне скорочення	Скорочення м'язових волокон (м'язів) за умови збереження внутрішньої напруги, наприклад, підтягування на турніку
Ізометричне скорочення	Відносно постійна довжина м'язових волокон (м'язів)
Імобілізація	Створення нерухомості в разі різних захворювань
Інверсія	Поворот стопи підшвою всередину (варус)
Іннервація	Забезпечення органів і тканин нервами, що здійснює їхній зв'язок із центральною нервовою системою (ЦНС)
Каудальний	Хвостовий
Краніальний	Головний
Концентричне скорочення	Скорочення м'язових волокон (м'язів)
Латеральний	Зовнішній (бічний)
Лінія Мікуліча	Анатомічна вісь ноги, що проходить крізь центри тазостегнового, колінного та гомілковостопного суглобів у сагітальній площині
Медіальний	Внутрішній (бічний)
Метатарзальний валик (пелот)	Який стосується кісток стопи (до плесна). Будь-яка з кісток, що утворюють плесно. Пелот розташовується так, щоб підняти й підтримати поперечне склепіння стопи та зняти зайве навантаження на плесно
Параліч	Відсутність, випадіння рухової функції м'яза або групи м'язів унаслідок враження нервової системи
Парез	Послаблення рухової функції м'яза або групи м'язів унаслідок враження нервової системи
Пателлярний	Колінний
Плантарна	Підшовна поверхня стопи
Постуральний	Статичний, що забезпечує підтримку певного стійкого положення тіла (пози) або його частини в просторі
Пропріоцепція	Відчуття положення частин тіла та їхнього руху в просторі

Кінець таблиці 1.1

1	2
Пронація (вальгус)	Обертальний рух нижньої кінцівки досередини («пролив суп») – стопа розміщена на поверхні на внутрішній частині
Plantar flexion	Підошовне згинання стопи
Рекурвація	Перерозгинання в суглобі
Рецептори	Нервові закінчення
Сагітальна площина	Вертикальна бічна площина, яка ділить тіло людини на праву й ліву бічні частини, а нижню кінцівку – на зовнішню бічну (латеральну) та внутрішню бічну (медіальну) частини
Симптом захворювання	Одна з окремих ознак, частий прояв якого-небудь захворювання
Синдром	Сукупність симптомів із загальними етіологією та патогенезом
Супінація (варус)	Обертальний рух нижньої кінцівки назовні («суп несущ») – стопа розміщена на поверхні на зовнішній частині
Флексія	Згинання
Фронтальна (корональна) площина	Вертикальна площина (паралельна площині лоба), яка ділить тіло людини на передній (вигляд спереду) і задній (вигляд іззаду) відділи
Циркумдукція	Круговий рух, що може виконувати нижня кінцівка, коли її дистальний (нижній) кінець описує коло

1.3 Обстеження й тестування пацієнта

Сучасна концепція призначення ортезів на нижні кінцівки з відповідними конструктивними особливостями – формою гільзи ортезів і конструкцією шарнірів (колінних, тазостегнових тощо) допускає відповідний порядок дій щодо обстеження й тестування пацієнта, наведених нижче.

Обстеження пацієнта

Анамнез

Анамнез установлюється переважно в розмові з пацієнтом. У медицині насамперед необхідно встановити історію хвороби людини, щоб поновити зв'язок з її актуальними скаргами. Анамнез містить також біологічні, психічні й соціальні аспекти, а часом і загальну історію життя, якщо в ній є важливі моменти.

Для правильного призначення ортеза необхідно використовувати всю важливу інформацію з відомих аспектів життя пацієнта.

До важливих аспектів анамнезу належать:

- медичні аспекти (наприклад, переломи, хвороби, пов'язані з порушенням кровообігу, остеотомії нижніх кінцівок, алергії на певний тип матеріалу);
- психічні аспекти (наприклад, підвищена потреба в безпеці, непомітна косметика конструкції, первинне забезпечення);
- соціальні аспекти (наприклад, повернення в професійну діяльність);
- особливості життєдіяльності (наприклад, особливі звички, активність, життєві обставини).

Фізичне обстеження пацієнта

Фізичне обстеження людини є основою для функціонального ортезного забезпечення. Без даних, які можна отримати тільки шляхом так званого методу дослідження IPRAF, відрегулювати ортез відповідно до індивідуальних потреб пацієнта не можна достатнім чином.

Абревіатура IPRAF означає:

- а) контроль;
- б) пальпацію;
- в) перкусію (вистукування);
- г) аускультацию (вислуховування);
- д) перевірку функціональності.

а) Контроль пацієнта означає спостереження за ним. Уже на цьому етапі можна за допомогою сучасного діагностичного устаткування перевірити вихідні дані пацієнта в положенні стоячи (з урахуванням того, чи може людина стояти самостійно або користується колишнім ортезом). У такий спосіб можна оцінити загальну поставу тулуба пацієнта.

б) За допомогою пальпації визначають особливо чутливі до тиску місця, кісткові виступи, деформації стоп, перевіряють стійкість зв'язувань, наявність рубців ран і под., що під час розроблення конструкції ортеза необхідно буде врахувати.

в, г) Перкусія та аускультация в призначенні ортезів на нижні кінцівки не відіграють жодної ролі.

д) Перевірка функціональності є одним із найбільш важливих кроків у виборі функцій ортеза. Наприклад, від функціонального стану пацієнта залежить, які функціональні деталі повинен мати індивідуальний ортез

на колінний і гомілковостопний суглоб-стопу (КАФО). У цьому разі варто розрізняти конструкції КАФО, що мають такі принципові функції:

– КАФО із замковими колінними шарнірами, в яких ходьба можлива тільки з розігнутими колінними суглобами;

– КАФО із беззамковими шарнірами з контролем фази опори (SCO – *Stance-Controlled-Orthosis*), що дають змогу пацієнтові здійснювати ходьбу, наближену до фізіологічно правильної.

Для того щоб правильно встановити ці різні типи шарнірів із гарантією надійного функціонування, необхідно дотримуватися певних вимог, що висуваються до статичної м'язової мускулатури [4].

Тестування пацієнта

Тестування пацієнта на залишкову силу м'язів нижніх кінцівок

Контроль функціонування сили м'язів є необхідною умовою адекватного ортезування. Наприклад, для пацієнта, який завдяки наявній силі м'язів колінного суглоба міг би використовувати систему з контролем фази опори SCO і в такий спосіб тренувати залишкові функції м'язів, використання замкових колінних шарнірів призведе до іммобілізації (знерухомлення) колінних суглобів протягом тривалого часу під час ходьби. Це зі свого боку викличе підвищене навантаження на хребет і контрлатеральний бік, що врешті-решт приведе до певних патологічних порушень протягом тривалого часу.

У процесі проведення тестування на залишкову силу м'язів нижніх кінцівок необхідно дотримуватись декількох основних правил, що дозволяють коректно його провести:

– завжди однакове положення пацієнта; якщо не дотримуватись цього правила, то результати не варто порівнювати;

– фіксація – її вид залежить від групи м'язів, що досліджуються; залежно від того, як проводиться фіксація, унеможлиблюється або допускається заміна одних м'язів іншими;

– швидкість і напрямок руху, що проводяться дослідником (лікарем, фізіотерапевтом або сертифікованим ортезистом), мають бути незмінними.

Обстеження пацієнта на залишкову силу м'язів проводиться лікарем, фізіотерапевтом або сертифікованим ортезистом відповідно до шкали Янда:

0 балів – відсутність видимого та відчутного скорочення м'язів;

1 бал (погана сила м'язів) – скорочення м'язів видиме або таке, що відчувається, за відсутності моторної дії;

2 бали (незадовільна) – явне напруження м'язів, можливий рух у разі усунення впливу сили тяжіння (власної ваги);

3 бали(задовільна) – можливий рух, незважаючи на вплив сили тяжіння (власної ваги);

4 бали (хороша) – можливий рух за наявності незначного чи середнього опору;

5 балів(нормальна) – рух із нормальною силою.

За шкалою Янда оцінюють силу м'язів нижньої кінцівки. Тестування завжди розпочинають з оцінювання максимальних можливостей пацієнта, тобто від 5 балів до 0 балів. Щоб правильно провести тестування з оцінювання сили м'язів, необхідно, щоб пацієнт перебував у відповідному положенні, яке залежить від сили, що в нього зберіглась [7].

Тестування пацієнта на визначення сили м'язів, що згинають стегно

На рис. 1.1 наведено послідовність тестування сили м'язів, що згинають стегно, на прикладі лівої та правої нижніх кінцівок.

Тестування пацієнта проводиться в трьох положеннях:

– сидячи: на силу м'язів 4 і 5 та 3 бали відповідно (рис. 1.1, а, б);

– лежачи на боці: на силу м'язів 2 бали (рис. 1.1, в);

– лежачи на боці: на силу м'язів 1 і 0 балів (рис. 1.1, в).

Під час тестування м'язів на силу 4 і 5 балів, як показано на рис 1.1, а, особа, що тестує, стоїть збоку та долонею руки здійснює тиск на передню частину стегна пацієнта в дистальному відділі, а пацієнт одночасно піднімає нижню кінцівку догори, долаючи опір руки. Нижня кінцівка пацієнта має бути зігнута в колінному суглобі під кутом $\sim 90^\circ$.

У процесі тестування м'язів на силу 3 бали, як показано на рис. 1.1, б, особа, що тестує, стоїть поряд. Пацієнт має самостійно підняти кінцівку, долаючи силу гравітації. Нижня кінцівка пацієнта має бути зігнута в колінному суглобі під кутом $\sim 90^\circ$.

Під час тестування м'язів на силу 2 бали, як показано на рис. 1.1, в, особа, що тестує, стоїть за спиною пацієнта та підтримує праву нижню кінцівку в ділянці верхньої третини гомілки знизу своєю правою рукою, а лівою утримує таз. Пацієнт має бути спроможний зігнути кінцівку в тазостегновому суглобі. Нижня кінцівка пацієнта має бути розігнутою в колінному суглобі.

У процесі тестування м'язів на силу 1 і 0 балів, як показано на рис. 1.1, г, особа, що тестує, однією рукою згинає кінцівку в тазостегновому й колінному суглобах під кутом $\sim 90^\circ$ та просить пацієнта напружити м'яз, що згинає стегно і водночас іншою рукою пальпує їх, щоб відчути, скорочуються вони чи ні [7; 8].

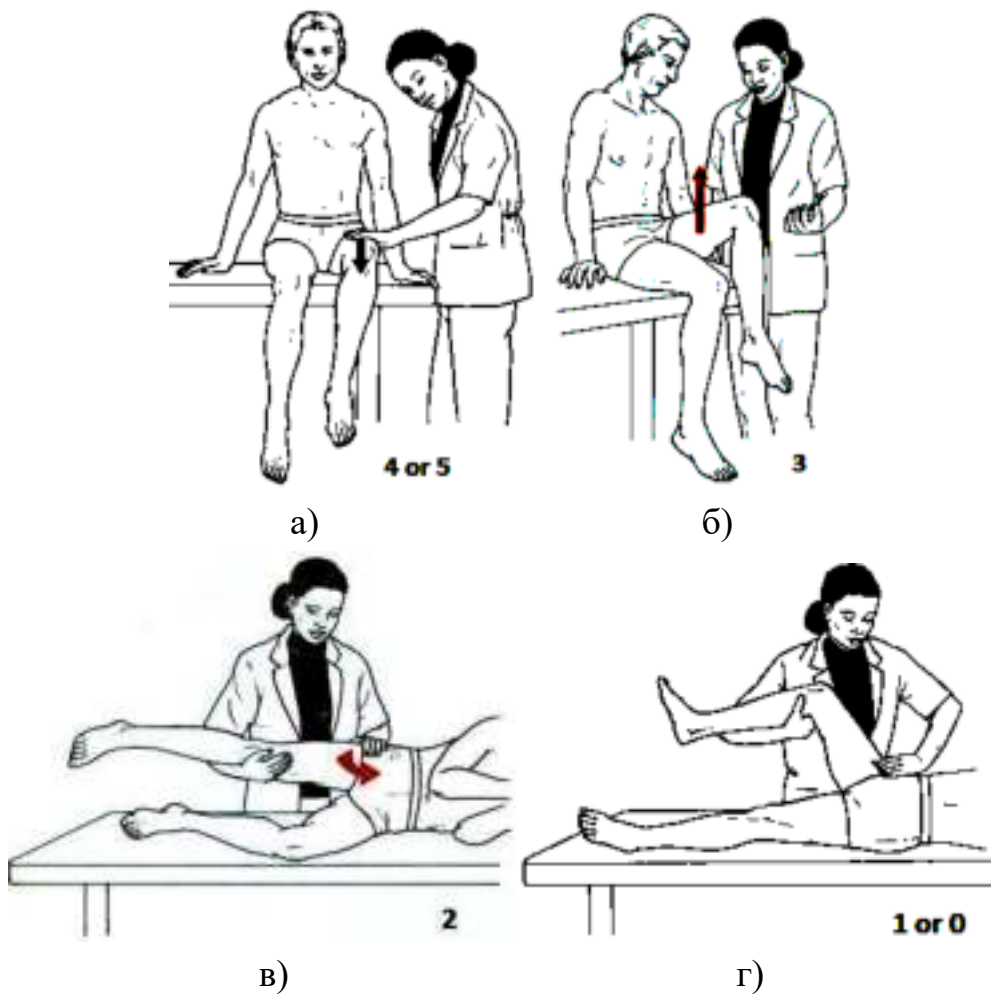


Рисунок 1.1 – Послідовність тестування сили м'язів, що згинають стегно, на прикладі лівої та правої нижніх кінцівок:

а – положення пацієнта під час тестування м'язів правої нижньої кінцівки на силу 4 і 5 балів; б – положення пацієнта під час тестування м'язів правої нижньої кінцівки на силу 3 бали; в – положення пацієнта під час тестування м'язів лівої нижньої кінцівки на силу 2 бали; г – положення пацієнта під час тестування м'язів лівої нижньої кінцівки на силу 1 і 0 балів

Тестування пацієнта на визначення сили м'язів, що розгинають стегно

На рис. 1.2 зображено послідовність тестування сили м'язів, що розгинають стегно, на прикладі лівої нижньої кінцівки.

Тестування пацієнта проводиться у двох положеннях:

- лежачи на животі: на силу м'язів 5 і 4, 3, 1 і 0 балів відповідно (рис. 1.2, а, б, г);
- лежачи на боці: на силу м'язів 2 бали (рис. 1.2, в).

У процесі тестування м'язів на силу 5 і 4 бали, як показано на рис. 1.2, а, особа, що тестує, стоїть з боку пацієнта та однією рукою утримує таз, просить його підняти нижню кінцівку догори і водночас долонею іншої руки тисне на

задню поверхню стегна пацієнта в дистальному відділі. Нижня кінцівка пацієнта має бути розігнутою в колінному суглобі.

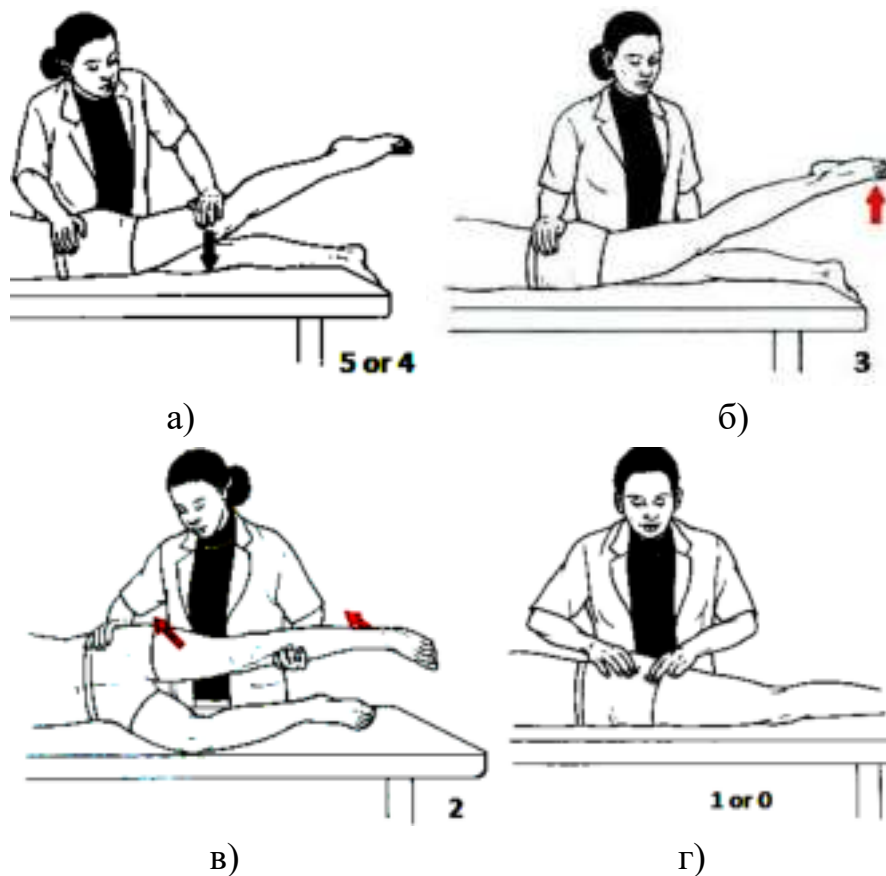


Рисунок 1.2 – Послідовність тестування сили м’язів, що розгинають стегно, на прикладі лівої нижньої кінцівки:

- а – положення пацієнта під час тестування м’язів на силу 4 і 5 балів;
- б – положення пацієнта під час тестування м’язів на силу 3 бали;
- в – положення пацієнта під час тестування м’язів на силу 2 бали;
- г – положення пацієнта під час тестування м’язів на силу 1 і 0 балів

Під час тестування м’язів на силу 3 бали, як показано на рис. 1.2, б, особа, що тестує, стоїть з боку пацієнта та однією рукою утримує таз, а пацієнт має самостійно підняти нижню кінцівку, долаючи силу гравітації. Нижня кінцівка пацієнта має бути розігнутою в колінному суглобі.

У процесі тестування м’язів на силу 2 бали, як показано на рис. 1.2, в, особа, що тестує, стоїть за спиною пацієнта та підтримує ліву нижню кінцівку знизу лівою рукою, а правою утримує таз. Пацієнт має бути спроможний розігнути кінцівку в тазостегновому суглобі. Нижня кінцівка пацієнта має бути розігнутою в колінному суглобі.

Під час тестування м'язів на силу 1 або 0 балів, як показано на рис. 1.2, з, особа, що тестує, просить пацієнта напружити м'язи, що розгинають стегно й водночас обома руками пальпує їх, щоб відчуті, скорочуються вони чи ні [7; 8].

Тестування пацієнта на визначення сили м'язів, що відводять стегно

На рис. 1.3 наведено послідовність тестування сили м'язів, що відводять стегно, на прикладі лівої нижньої кінцівки.

Тестування пацієнта проводиться у двох положеннях:

- лежачи на боці: на силу м'язів 5 і 4, 3 бали відповідно (рис. 1.3, а, б);
- лежачи на спині: на силу м'язів 2, 1 і 0 балів відповідно (рис. 1.3 в, г).

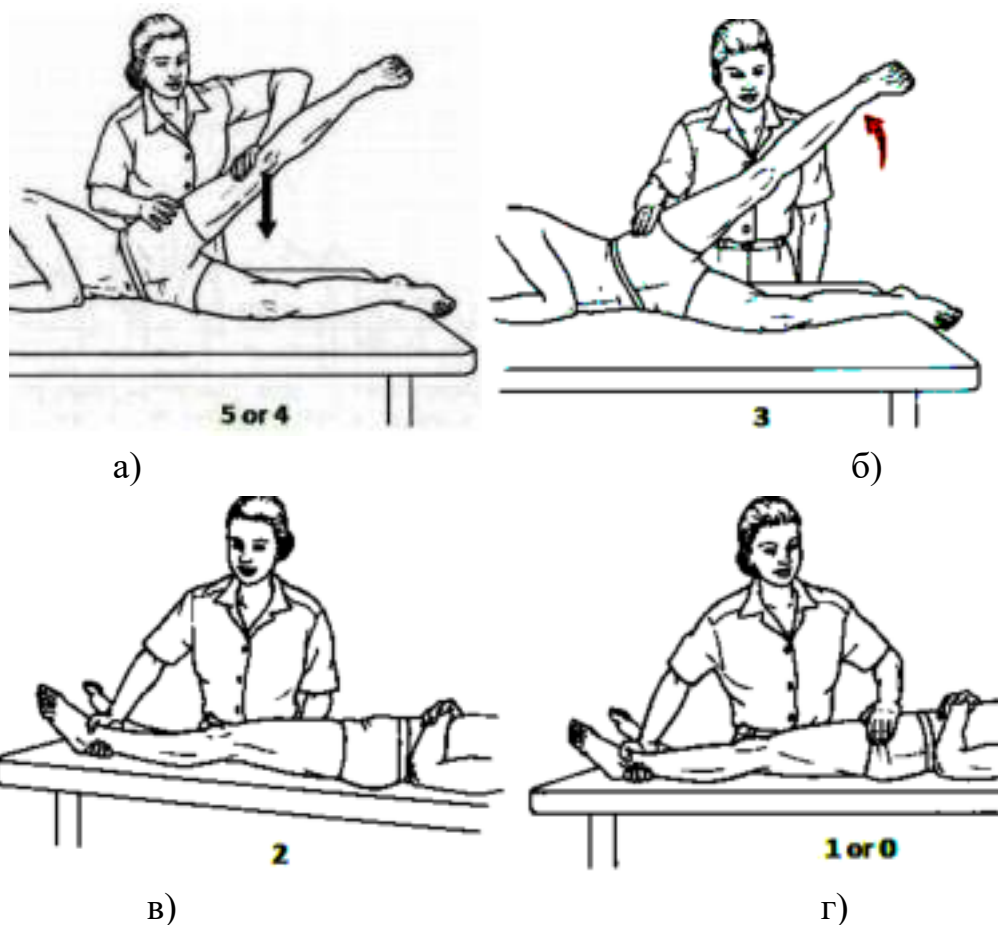


Рисунок 1.3 – Послідовність тестування сили м'язів, що відводять стегно, на прикладі лівої нижньої кінцівки:

- а – положення пацієнта під час тестування м'язів на силу 4 і 5 балів;
- б – положення пацієнта під час тестування м'язів на силу 3 бали;
- в – положення пацієнта під час тестування м'язів на силу 2 бали;
- г – положення пацієнта під час тестування м'язів на силу 1 і 0 балів

Під час тестування м'язів на силу 5 і 4 бали, як показано на рис. 1.3, а, особа, що тестує, стоїть за спиною пацієнта, однією рукою утримує його таз,

просить пацієнта відвести нижню кінцівку і водночас долонею іншої руки тисне на зовнішню бокову поверхню стегна пацієнта в дистальному відділі. Нижня кінцівка пацієнта має бути розігнутою в колінному суглобі.

Під час тестування м'язів на силу 3 бали, як показано на рис. 1.3, б, особа, що тестує, стоїть за спиною пацієнта, однією рукою утримує таз, а пацієнт має самостійно відвести нижню кінцівку, долаючи силу гравітації. Нижня кінцівка пацієнта має бути розігнутою в колінному суглобі.

У процесі тестування м'язів на силу 2 бали, як показано на рис. 1.3, в, особа, що тестує, бере ліву нижню кінцівку своєю правою рукою в дистальній частині гомілки та трохи піднімає її над поверхнею кушетки. Пацієнт має бути спроможний відвести кінцівку в тазостегновому суглобі.

Під час тестування м'язів на силу 1 і 0 балів, як показано на рис. 1.3, г, особа, що тестує, бере ліву нижню кінцівку своєю правою рукою в дистальній частині гомілки та трохи піднімає її над поверхнею кушетки, просить пацієнта напружити м'язи, що відводять стегно й одночасно іншою рукою пальпує м'язи щоб відчутти, скорочуються вони чи ні [7; 8].

Тестування пацієнта на визначення сили м'язів, що приводять стегно

На рис. 1.4 наведено послідовність тестування сили м'язів, що приводять стегно, на прикладі лівої нижньої кінцівки.

Тестування пацієнта проводиться у двох положеннях:

- лежачи на боці: на силу м'язів 5 і 4, 3 бали відповідно (рис. 1.4, а, б);
- лежачи на спині: на силу м'язів 2, 1 і 0 балів відповідно (рис. 1.4, в, г).

У процесі тестування м'язів на силу 5 і 4 бали, як показано на рис. 1.4, а, особа, що тестує, стоїть за спиною пацієнта та однією рукою піднімає праву нижню кінцівку, просить пацієнта привести ліву нижню кінцівку й одночасно долонею іншої руки тисне на внутрішню бокову поверхню стегна пацієнта в дистальному відділі. Обидві нижні кінцівки пацієнта мають бути розігнуті в колінних суглобах.

Під час тестування м'язів на силу 3 бали, як показано на рис. 1.4, б, особа, що тестує, стоїть за спиною пацієнта та однією рукою піднімає праву нижню кінцівку, а іншою утримує таз, просить пацієнта привести ліву нижню кінцівку. Обидві нижні кінцівки пацієнта мають бути розігнуті в колінних суглобах.

У процесі тестування м'язів на силу 2 бали, як показано на рис. 1.4, в, особа, що тестує, стоїть з боку ноги, яку тестує, однією рукою бере її в зоні щиколоток та піднімає на 10–15 см догори, просить пацієнта привести нижню кінцівку й водночас пальцями іншої руки пальпує м'язи, що приводять стегно. Пацієнт має бути спроможний привести кінцівку в тазостегновому суглобі.

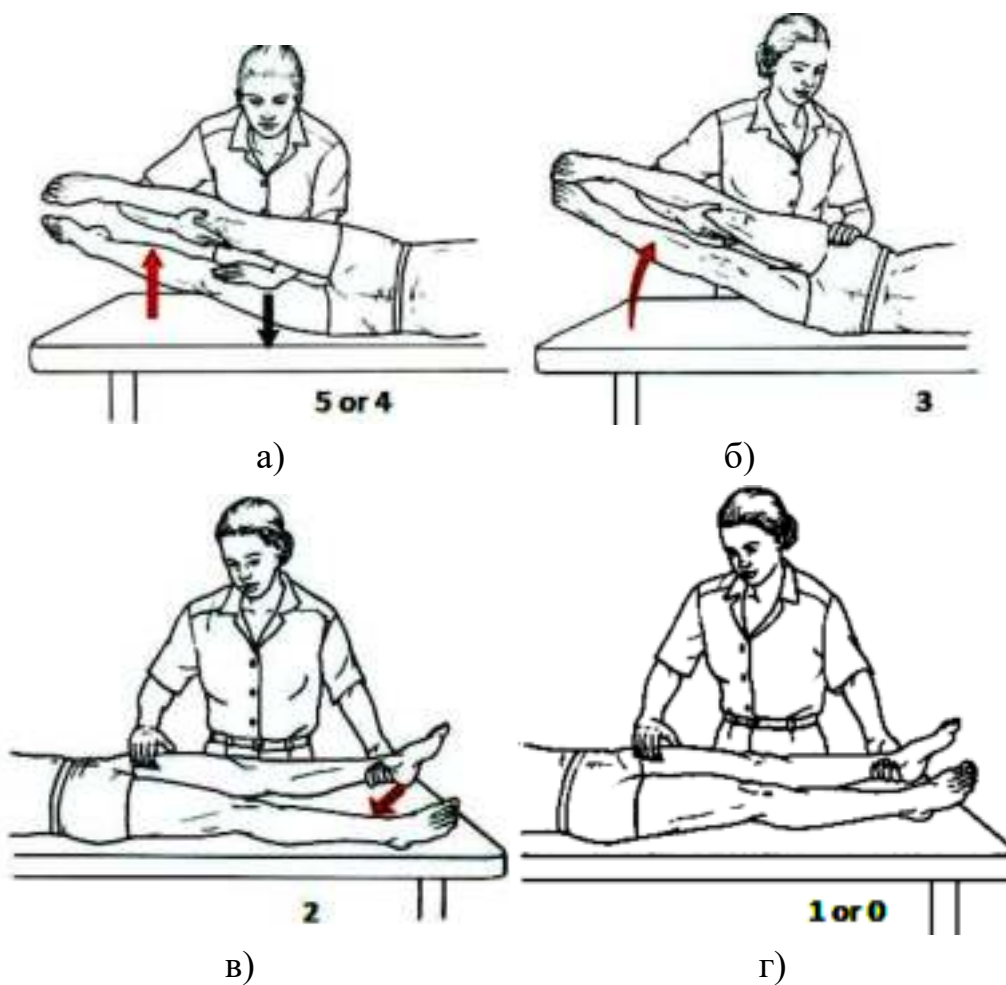


Рисунок 1.4 – Послідовність оцінки сили м'язів, що приводять стегно, на прикладі лівої нижньої кінцівки:

- а – положення пацієнта під час тестування м'язів на силу 4 і 5 балів;
- б – положення пацієнта під час тестування м'язів на силу 3 бали;
- в – положення пацієнта під час тестування м'язів на силу 2 бали;
- г – положення пацієнта під час тестуванні м'язів на силу 1 і 0 балів

Під час тестування м'язів на силу 1 і 0 балів, як показано на рис. 1.4, г, особа, що тестує, стоїть з боку ноги, яку тестує, бере її правою рукою в дистальній частині гомілки та трохи піднімає її над поверхнею кушетки, просить пацієнта напружити м'язи, що відводять стегно й водночас іншою рукою пальпує м'язи, щоб відчутти, скорочуються вони чи ні [7; 8].

Тестування пацієнта на визначення сили м'язів, що ротують стегно назовні

На рис. 1.5 на прикладі лівої та правої нижніх кінцівок наведено послідовність оцінювання сили м'язів, що ротують стегно назовні.

Тестування пацієнта проводиться у двох положеннях:

- сидячи: на силу м'язів 5 і 4, 3 бали відповідно (рис. 1.5, а, б);
- лежачи на спині: на силу м'язів 2, 1 і 0 балів відповідно (рис. 1.5, в).

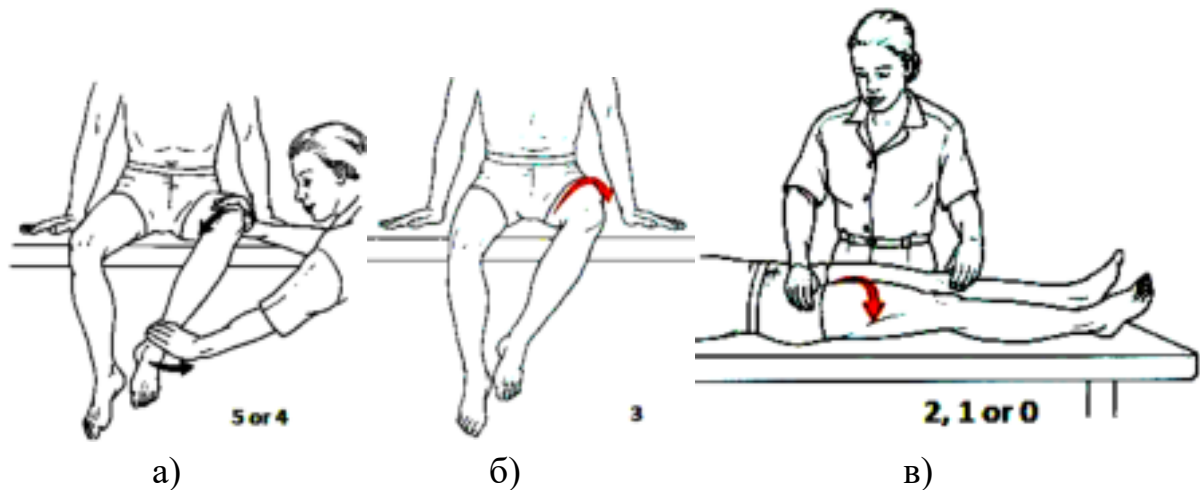


Рисунок 1.5 – Послідовність оцінювання сили м’язів, що ротують стегно назовні (на прикладі лівої та правої нижніх кінцівок): а – положення пацієнта під час тестування м’язів лівої нижньої кінцівки на силу 4 і 5 балів; б – положення пацієнта під час тестування м’язів лівої нижньої кінцівки на силу 3 бали; в – положення пацієнта під час тестування м’язів правої нижньої кінцівки на силу 2, 1 і 0 балів

У процесі тестування м’язів на силу 5 і 4 бали, як показано на рис. 1.5, а, особа, що тестує, однією рукою спирається в дистальний відділ лівого стегна з латерального боку, просить пацієнта привести ліву гомілку, ротуючи тим самим стегно назовні, й одночасно долонею іншої руки тисне на внутрішню бокову поверхню гомілки пацієнта над внутрішньою щиколоткою. У цьому разі нижня кінцівка пацієнта має бути зігнута в колінному суглобі на кут $\sim 90^\circ$.

Під час тестування м’язів на силу 3 бали, як показано на рис. 1.5, б, особа, що тестує, просить пацієнта привести ліву гомілку, ротуючи тим самим стегно назовні. Водночас нижня кінцівка пацієнта має бути зігнута в колінному суглобі на кут $\sim 90^\circ$.

У процесі тестування м’язів на силу 2, 1 і 0 балів, як показано на рис. 1.5, в, особа, що тестує, просить пацієнта напружити м’язи, що ротують стегно назовні й одночасно рукою пальпує їх, щоб відчутти, скорочуються вони чи ні [7; 8].

Тестування пацієнта на визначення сили м’язів, що ротують стегно всередину

На рис. 1.6 наведено послідовність оцінювання сили м’язів, що ротують стегно всередину, на прикладі лівої та правої нижніх кінцівок.

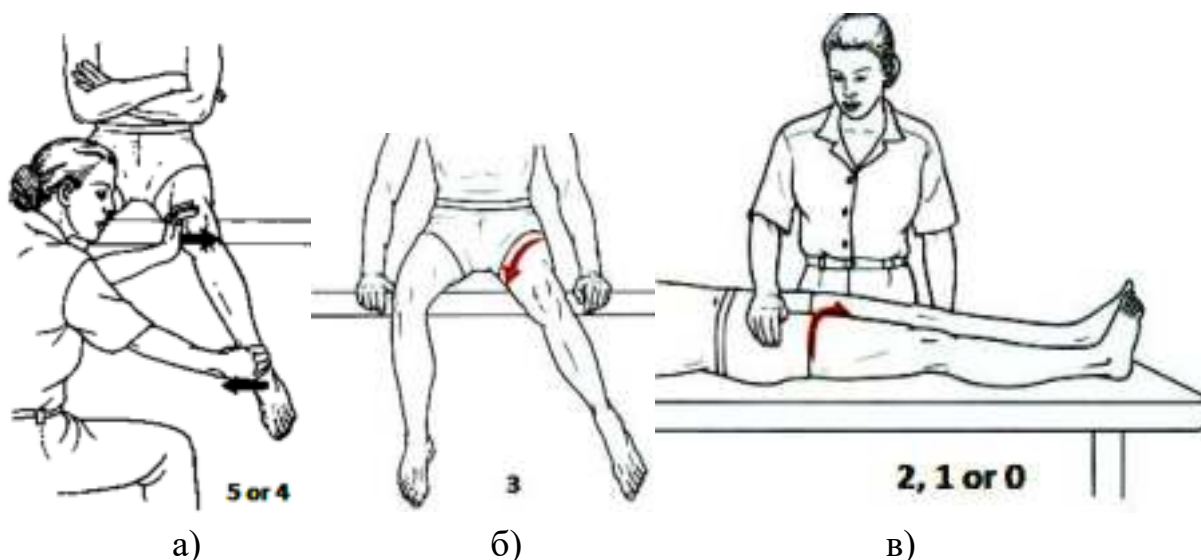


Рисунок 1.6 – Послідовність оцінювання сили м'язів, що ротують стегно всередину (на прикладі лівої та правої нижніх кінцівок):

а – положення пацієнта під час тестування м'язів лівої нижньої кінцівки на силу 4 і 5 балів; б – положення пацієнта під час тестування м'язів лівої нижньої кінцівки на силу 3 бали; в – положення пацієнта під час тестування м'язів правої нижньої кінцівки на силу 2, 1 і 0 балів

Тестування пацієнта проводиться у двох положеннях:

- сидячи: на силу м'язів 5 і 4, 3 бали відповідно (рис. 1.6, а, б);
- лежачи на спині: на силу м'язів 2, 1 і 0 балів відповідно (рис. 1.6, в).

У процесі тестування м'язів на силу 5 і 4 бали, як показано на рис. 1.6, а, особа, що тестує, спирається в дистальній відділ лівого стегна з медіального боку, просить пацієнта відвести ліву гомілку, ротуючи тим самим стегно всередину, і водночас пальцями іншої руки тисне на зовнішню бокову поверхню гомілки пацієнта над зовнішньою щиколоткою. У цьому разі нижня кінцівка пацієнта має бути зігнута в колінному суглобі на кут $\sim 90^\circ$.

Під час тестування м'язів на силу 3 бали, як показано на рис. 1.6, б, особа, що тестує, просить пацієнта привести ліву гомілку, ротуючи тим самим стегно всередину. Водночас нижня кінцівка пацієнта має бути зігнута в колінному суглобі на кут $\sim 90^\circ$.

У процесі тестування м'язів на силу 2, 1 і 0 балів, як показано на рис. 1.6, в, особа, що тестує, просить пацієнта напружити м'язи, що ротують стегно всередину, і водночас рукою пальпує їх, щоб відчуті, скорочуються вони чи ні.

Тестування пацієнта на визначення сили м'язів, що згинають коліно

На рис. 1.7 на прикладі лівої нижньої кінцівки наведено послідовність оцінювання сили м'язів, що згинають коліно.

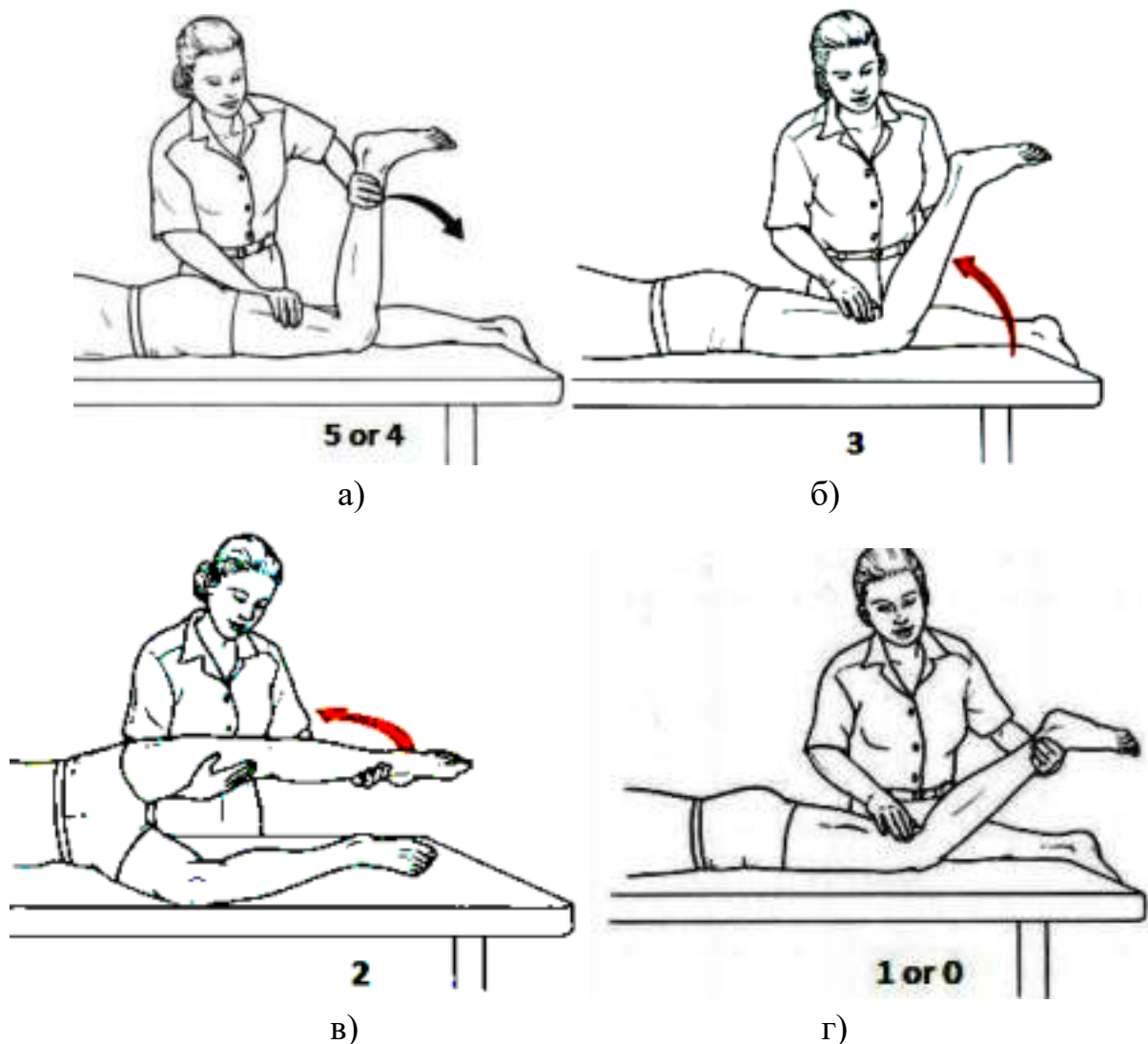


Рисунок 1.7 – Послідовність оцінювання сили м'язів, що згинають коліно (на прикладі лівої нижньої кінцівки):

- а – положення пацієнта під час тестування м'язів на силу 5 і 4 бали;
- б – положення пацієнта під час тестування м'язів на силу 3 бали;
- в – положення пацієнта під час тестування м'язів на силу 2 бали;
- г – положення пацієнта під час тестування м'язів на силу 1 і 0 балів

Тестування пацієнта проводиться у двох положеннях:

– лежачи на животі: на силу м'язів 5 і 4, 3, 1 і 0 балів відповідно (рис. 1.7, а, б, г);

– лежачи на боці: на силу м'язів 2 бали (рис. 1.7, в).

У процесі тестування м'язів на силу 4 і 5 балів, як показано на рис. 1.7, а, пацієнт згинає нижню кінцівку в коліні, а особа, що тестує, стоїть збоку

й лівою рукою здійснює опір нозі, тиснучи долонею по задній поверхні гомілки в ділянці щиколоток, а правою рукою пальпує м'язи, що згинають коліно.

Під час тестування м'язів на силу 3 бали, як показано на рис. 1.7, б, пацієнт згинає нижню кінцівку в коліні, а особа, що тестує, стоїть збоку й правою рукою пальпує м'язи, що згинають коліно. Пацієнт має бути спроможний зігнути нижню кінцівку в коліні.

У процесі тестуванні м'язів на силу 2 бали, як показано на рис. 1.7, в, особа, що тестує, стоїть за спиною пацієнта та підтримує ліву нижню кінцівку в ділянці нижньої третини стегна знизу правою рукою, а ліву тримає в ділянці медіальної щиколотки. Пацієнт має бути спроможний зігнути кінцівку в колінному суглобі.

Під час тестування м'язів на силу 1 і 0 балів, як показано на рис. 1.7, г, особа, що тестує, стоїть збоку, лівою рукою згинає кінцівку в колінному суглобі й водночас іншою рукою пальпує м'язи, які згинають коліно, щоб відчутти, скорочуються вони чи ні [7; 8].

Тестування пацієнта на визначення сили м'язів, що розгинають коліно

На рис. 1.8 наведено послідовність оцінювання сили м'язів, що розгинають коліно (на прикладі правої нижньої кінцівки).

Тестування пацієнта проводиться в трьох положеннях:

- сидячи: на силу м'язів 5 і 4, 3 бали відповідно (рис. 1.8, а, б);
- лежачи на боці: на силу м'язів 2 бали (рис. 1.8, в);
- лежачи на спині: на силу м'язів 1 і 0 балів (рис. 1.8, г).

Під час тестування м'язів на силу 5 і 4 бали, як показано на рис. 1.8, а, пацієнт розгинає нижню кінцівку в колінному суглобі, а особа, що тестує, стоїть збоку й долонею однієї руки здійснює тиск на передню поверхню гомілки в дистальному відділі, а долоню іншої руки тримає під стегном.

У процесі тестування м'язів на силу 3 бали, як показано на рис. 1.8, б, пацієнт згинає нижню кінцівку в колінному суглобі, а особа, що тестує, стоїть збоку й правою рукою пальпує м'язи, що згинають коліно. Пацієнт має бути спроможний зігнути нижню кінцівку в коліні.

У процесі тестування м'язів на силу 2 бали, як показано на рис. 1.8, в, особа, що тестує, стоїть за спиною пацієнта та підтримує нижню кінцівку знизу в ділянці колінного суглоба однією рукою, а іншою тримає в зоні медіальної щиколотки. Пацієнт має бути спроможний розігнути нижню кінцівку в колінному суглобі.

Під час тестування м'язів на силу 1 і 0 балів, як показано на рис. 1.8, г, пацієнт пробує розігнути кінцівку в колінному суглобі, а особа, що тестує,

стоїть збоку та рукою пальпує м'язи, які розгинають коліно, щоб відчуті, скорочуються вони чи ні [7; 8].

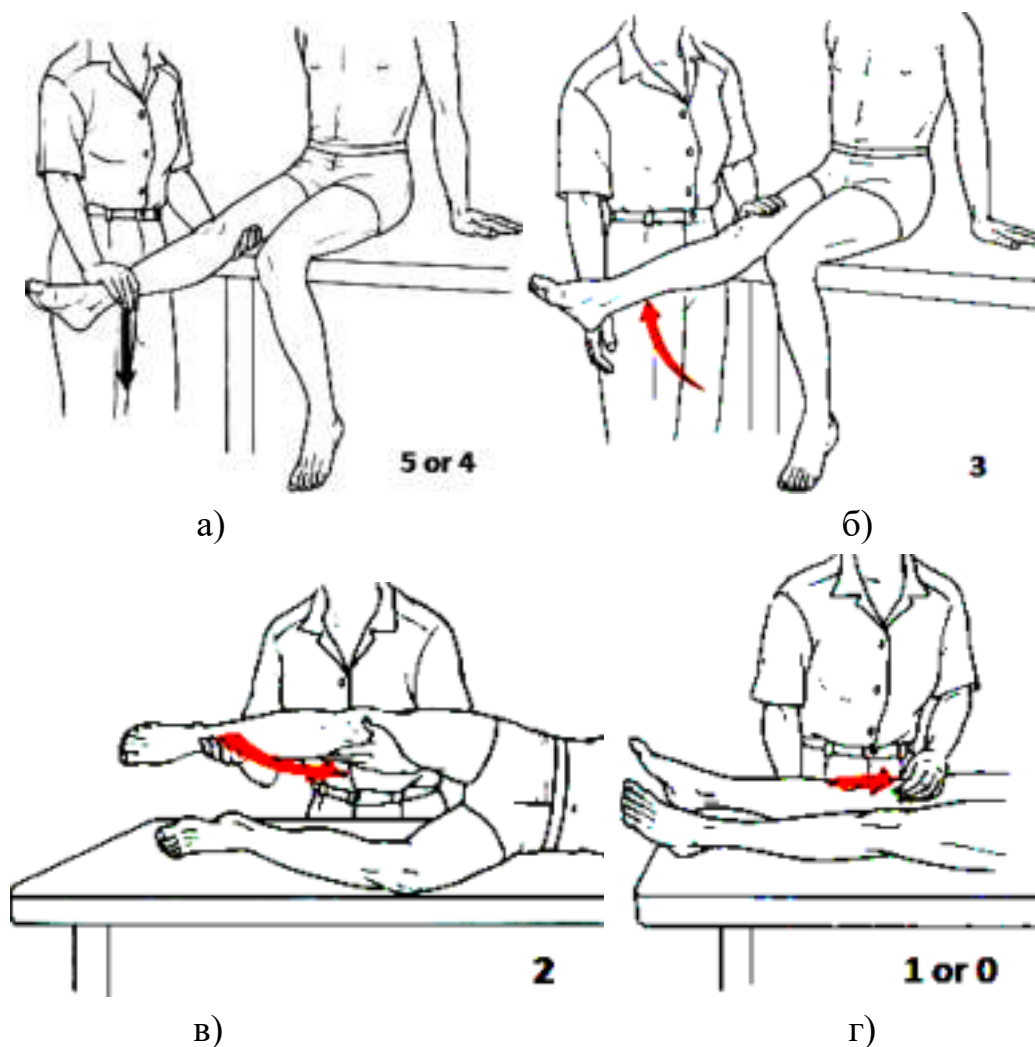


Рисунок 1.8 – Послідовність оцінювання сили м'язів, що розгинають коліно (на прикладі право нижньої кінцівки):

- а – положення пацієнта під час тестування м'язів на силу 5 і 4 бали;
- б – положення пацієнта під час тестування м'язів на силу 3 бали;
- в – положення пацієнта під час тестування м'язів на силу 2 бали;
- г – положення пацієнта під час тестування м'язів на силу 1 і 0 балів

Тестування пацієнта на визначення сили м'язів, що опускають стопу

На рис. 1.9 наведено послідовність оцінювання сили м'язів, що опускають стопу (на прикладі лівої нижньої кінцівки).

Тестування пацієнта проводиться у двох положеннях:

- стоячи на одній нозі: на силу м'язів 5, 4, 3 бали (рис. 1.9, а);
- лежачи на животі: на силу м'язів 2, 1 і 0 балів відповідно (рис. 1.9, б, в).

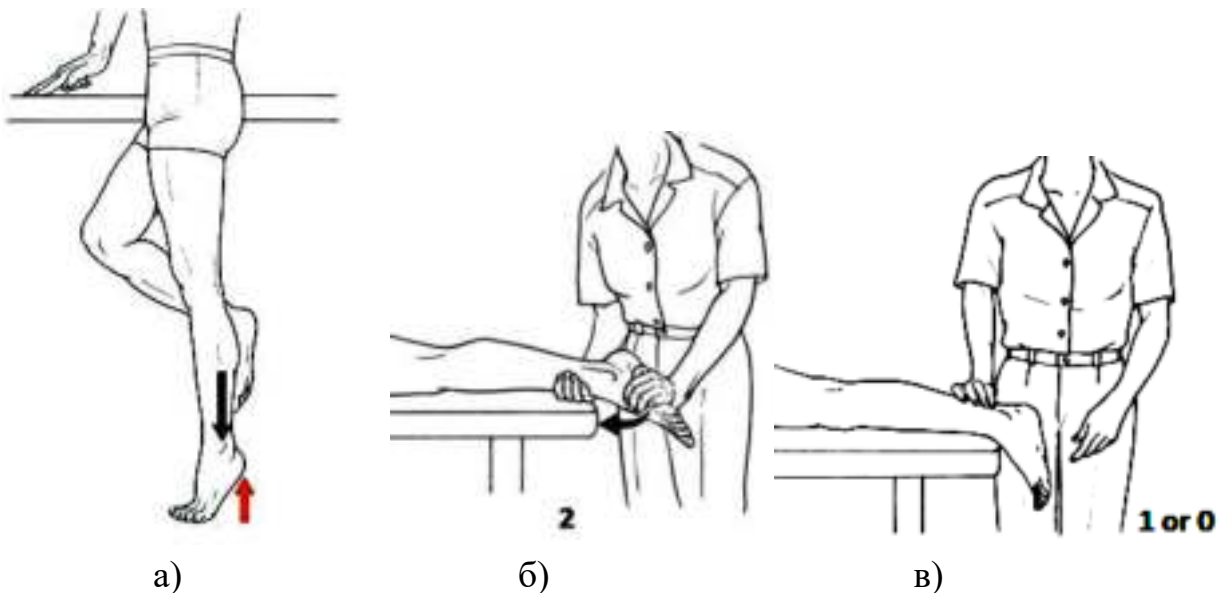


Рисунок 1.9 – Послідовність оцінювання сили м'язів, що опускають стопу (на прикладі лівої нижньої кінцівки):

- а – положення пацієнта під час тестування м'язів на силу 5, 4, 3 бали;
- б – положення пацієнта під час тестування м'язів на силу 2 бали;
- в – положення пацієнта під час тестування м'язів на силу 1 і 0 балів

У процесі тестування м'язів на силу 5, 4, 3 бали, як показано на рис. 1.9, а, пацієнт стоїть на одній кінцівці, що досліджується, і піднімається на носки. Якщо він зможе виконати мінімум 25 підйомів, то сила м'язів становить 5 балів, між 24 і 10 підйомами – 4 бали, між 9 і 1 підйомом – 3 бали.

Під час тестування м'язів на силу 2 бали, як показано на рис. 1.9, б, особа, що тестує, стоїть біля стопи пацієнта та однією рукою підтримує нижню кінцівку знизу в ділянці щиколоток, просить пацієнта здійснити подошовне згинання й водночас іншою рукою тисне на подошовну поверхню стопи. Пацієнт має бути спроможний здійснити опір тиску руки особи, що тестує.

У процесі тестування м'язів на силу 1 і 0 балів, як показано на рис. 1.9, в, пацієнт намагається розігнути кінцівку в колінному суглобі, а особа, яка тестує, стоїть з боку його стопи та рукою пальпує м'язи, що відповідають за подошовне згинання, щоб відчути, скорочуються вони чи ні [7; 8].

Тестування пацієнта на визначення сили м'язів, що піднімають стопу

На рис. 1.10 на прикладі правої нижньої кінцівки наведено послідовність оцінювання сили м'язів, що піднімають стопу. Тестування пацієнта проводиться в положенні сидячи.

У процесі тестування м'язів на силу 5 і 4 бали, як показано на рис. 1.10, а, особа, що тестує, сидить на стільці біля пацієнта та однією рукою підтримує

нижню кінцівку знизу, у ділянці щиколоток, просить пацієнта здійснити тильне згинання й одночасно іншою рукою тисне на тильну поверхню стопи.

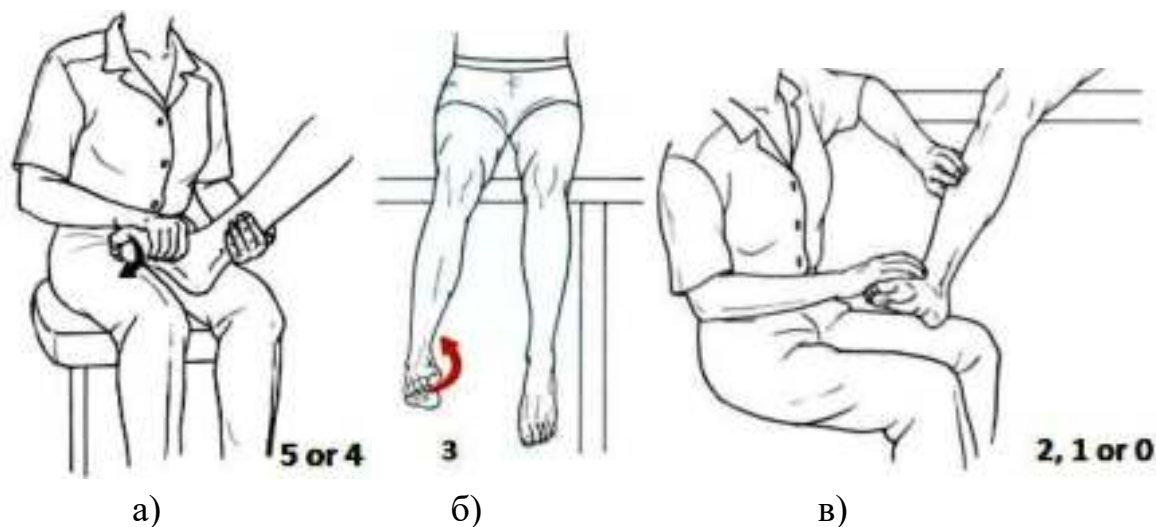


Рисунок 1.10 – Послідовність оцінки сили м'язів, що піднімають стопу (на прикладі правої нижньої кінцівки):

- а – положення пацієнта під час тестування м'язів на силу 5 і 4 бали;
- б – положення пацієнта під час тестування м'язів на силу 3 бали;
- в – положення пацієнта під час тестування м'язів на силу 2, 1 і 0 балів

Під час тестування м'язів на силу 3 бали, як показано на рис. 1.10, б, пацієнт має здійснити тильне згинання стопи, не розгинаючи нижню кінцівку в колінному суглобі.

У процесі тестування м'язів на силу 2, 1 і 0 балів, як показано на рис. 1.10, в, особа, що тестує, сидить на стільці біля пацієнта, кінцівка пацієнта розташована на її стегні. Особа, що тестує, просить пацієнта здійснити тильне згинання й водночас обома руками пальпує м'язи, що відповідають за тильне згинання, щоб відчуті, скорочуються вони чи ні [7; 8].

Тестування пацієнта на визначення сили м'язів, що здійснюють інверсію (супінацію) стопи

На рис. 1.11 наведено послідовність оцінювання сили м'язів, що здійснюють інверсію стопи (на прикладі правої нижньої кінцівки). Тестування пацієнта проводиться в положенні сидячи.

У процесі тестування м'язів на силу 5 і 4 бали, як показано на рис. 1.11, а, особа, що тестує, однією рукою утримує нижню кінцівку в дистальній частині гомілки, просить пацієнта здійснити інверсію (супінацію) стопи й водночас іншою рукою тисне на внутрішню бокову поверхню стопи в передньому відділі.

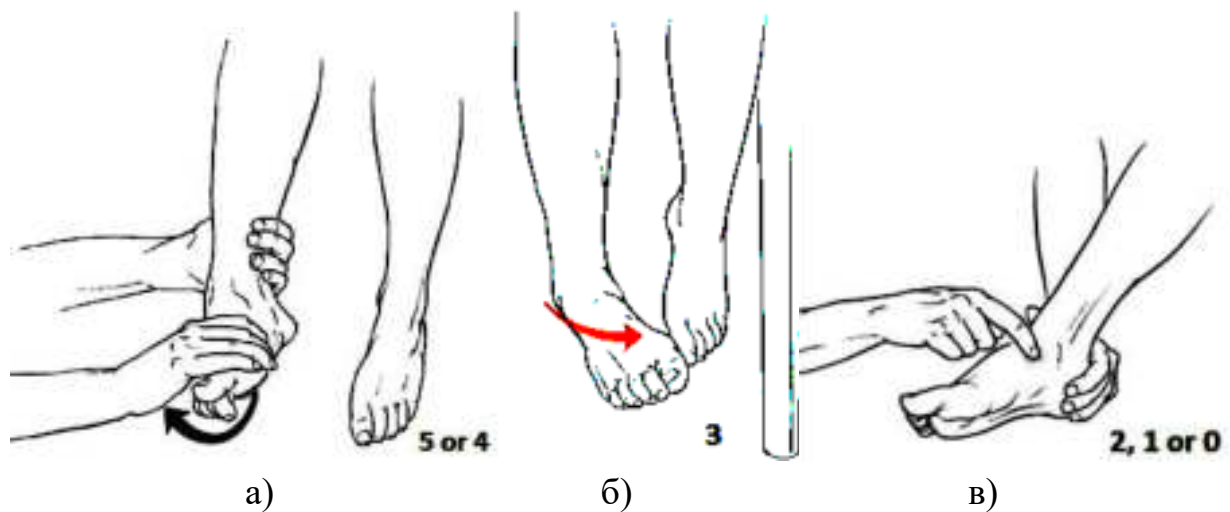


Рисунок 1.11 – Послідовність оцінювання сили м'язів, що здійснюють інверсію (супінацію) стопи (на прикладі правої нижньої кінцівки):

- а – положення пацієнта під час тестування м'язів на силу 5 і 4 бали;
- б – положення пацієнта під час тестування м'язів на силу 3 бали;
- в – положення пацієнта під час тестування м'язів на силу 2, 1 і 0 балів

У процесі тестування м'язів на силу 3 бали, як показано на рис. 1.11, б, пацієнт має здійснити інверсію (супінацію) стопи, не ротуючи стегно.

Під час тестування м'язів на силу 2, 1 і 0 балів, як показано на рис. 1.11, в, особа, що тестує, однією рукою утримує п'ятку пацієнта, просить його здійснити інверсію (супінацію) стопи й одночасно пальцем іншої руки пальпує відповідний м'яз, щоб відчувати, скорочується він чи ні [7; 8].

Тестування пацієнта на визначення сили м'язів, що здійснюють еверсію (пронацію) стопи

На рис. 1.12 наведено послідовність оцінювання сили м'язів, що здійснюють еверсію (пронацію) стопи (на прикладі правої нижньої кінцівки). Тестування пацієнта проводиться в положенні сидючи.

Під час тестування м'язів на силу 5 і 4 бали, як показано на рис. 1.12, а, особа, що тестує, однією рукою утримує нижню кінцівку в дистальній частині гомілки, просить пацієнта здійснити еверсію (пронацію) стопи й водночас іншою рукою тисне на зовнішню бокову поверхню стопи в передньому відділі.

У процесі тестування м'язів на силу 3 бали, як показано на рис. 1.12, б, особа, що тестує, однією рукою утримує нижню кінцівку в дистальній частині гомілки, просить пацієнта здійснити еверсію (пронацію) стопи.

Під час тестування м'язів на силу 2, 1 і 0 балів, як показано на рис. 1.12, в, особа, що тестує, однією рукою утримує передній відділ стопи пацієнта,

просить його здійснити еверсію (пронацію) стопи й водночас пальцем іншої руки пальпує відповідний м'яз, щоб відчутти, скорочується він чи ні [7; 8].

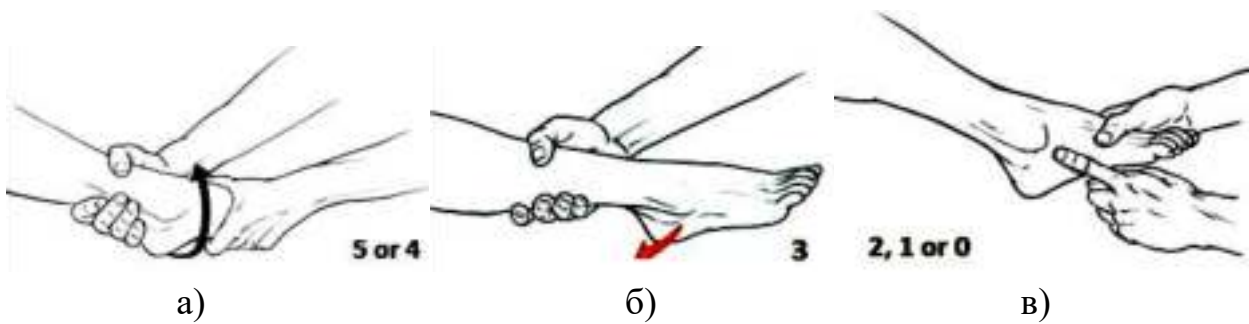


Рисунок 1.12 – Послідовність оцінювання сили м'язів, що здійснюють еверсію (пронацію) стопи (на прикладі правої нижньої кінцівки):
а – положення пацієнта під час тестування м'язів на силу 5 і 4 бали;
б – положення пацієнта під час тестування м'язів на силу 3 бали;
в – положення пацієнта під час тестування м'язів на силу 2, 1 і 0 балів

Тестування пацієнта на стабільність колатеральних (бокових) зв'язок – найбільш важливих стабілізаторів колінного суглоба у фронтальній площині

Під час тестування пацієнт лежить на спині на кушетці. Особа, що тестує, охоплює обома руками колінний суглоб пацієнта в ділянці головки великогомілкової кістки та одночасно пальпує суглобну щілину (рис. 1.13). Фіксує стопу пацієнта між своїми передпліччям і талією та прикладає поперемінно вальгусне й варусне зусилля до колінного суглоба. Пальці кисті особи, що тестує, розташовані на суглобній щілині, щоб відчувати будь-яке розширення суглоба.

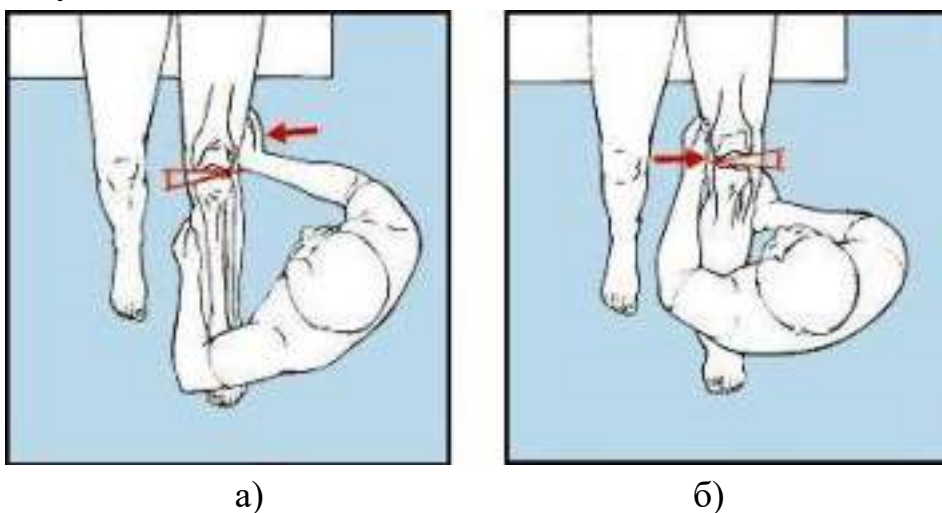


Рисунок 1.13 – Проведення тестування на рухливість зв'язок колінного суглоба: а – перевірка стабільності медіальних (внутрішніх) колатеральних зв'язок колінного суглоба; б – перевірка стабільності латеральних (зовнішніх) колатеральних зв'язок колінного суглоба

Бокова стабільність оцінюється за умови зігнутої ноги в колінному суглобі під кутом $\sim 20^\circ$. У такому положенні кінцівки, через «розслаблення» задньої капсули колінного суглоба, можна виявити наявність незначних вальгусних або варусних відхилень у колінному суглобі [7; 8].

Тестування пацієнта на наявність контрактур у тазостегнових суглобах нижніх кінцівок

Якщо м'яз клубової кістки вкорочений або є контрактура в тазостегновому суглобі, то нижня кінцівка на цьому боці не зможе повністю розгинатися, що призведе до збільшення лордозу поперекового відділу хребта та в подальшому – до негативних наслідків. Для визначення контрактури в тазостегновому суглобі проводять тест Томаса (рис. 1.14).

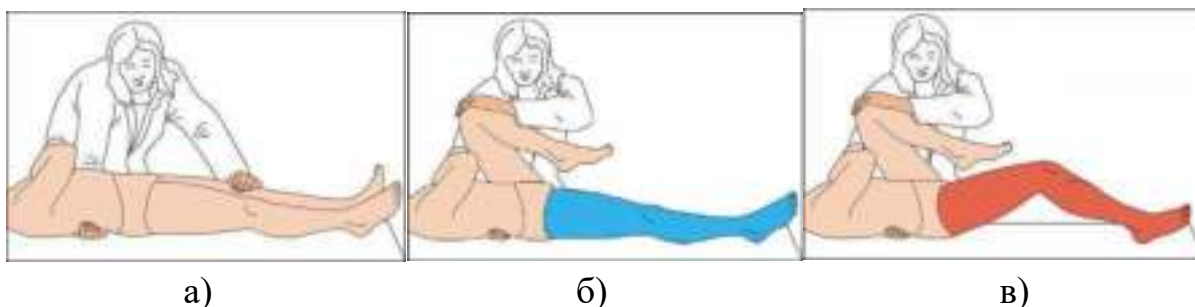


Рисунок 1.14 – Приклад визначення згинальної контрактури в правому тазостегновому суглобі: а – початкове положення пацієнта; б – положення правої нижньої кінцівки за відсутності контрактури в тазостегновому суглобі; в – положення правої нижньої кінцівки за наявності контрактури в тазостегновому суглобі

Тест Томаса має три кроки:

– Крок 1: пацієнт лежить на спині на кушетці. Особа, що тестує, розташовує долоню під поперековим відділом хребта пацієнта, щоб визначити поперековий лордоз.

– Крок 2: «незачеплене» стегно згинається доти, доки воно не торкнеться живота, щоб усунути поперековий лордоз. Таз має бути нейтральним (не нахилений спереду або ззаду).

– Крок 3: особа, що тестує, пасивно переводить уражене стегно в розгинання. Як тільки таз починає нахилитися вперед, що призводить до збільшення лордозу, і хребет починає підніматися від долоні, необхідно зупинити пасивний діапазон рухів, утримувати постраждале стегно в цьому положенні й виміряти кут між ураженим стегном і поверхнею кушетки, щоб виявити фіксовану деформацію згинання стегна [7; 8].

Тестування пацієнта на наявність рекурвації (перерозгинання) в колінному суглобі

Під час тестування пацієнт лежить на спині з повністю витягнутими ногами (рис. 1.15). Особа, що тестує, однією рукою фіксує стегно, притискаючи його до кушетки, а іншою рукою, підставленою під п'ятку, піднімає ногу. У нормі відстань від кушетки до піднятої п'ятки має становити максимум 10 см. Збільшення цієї відстані говорить про наявність рекурвації в досліджуваному колінному суглобі.



Рисунок 1.15 – Визначення наявності рекурвації (перерозгинання) в колінному суглобі в положенні лежачи

Допускається проводити огляд колінного суглоба в сагітальній площині, коли пацієнт стоїть на двох ногах (рис. 1.16). Особі, що тестує, необхідно провести умовну лінію, яка проходить крізь центр великого вертлюга, середину колінного суглоба й центр зовнішньої щиколотки. Відхилення колінного суглоба назад від умовної лінії вказує на наявність рекурвації колінного суглоба [7; 8; 9].



Рисунок 1.16 – Визначення наявності рекурвації (перерозгинання) в колінному суглобі в положенні стоячи

Тестування пацієнта на стабільність передньої та задньої хрестоподібних зв'язок-стабілізаторів колінного суглоба в сагітальній (боковій) площині

Передньо-заднє зміщення (нестабільність) гомілки в сагітальній площині виявляється завдяки появі симптому «висувного ящика».

Під час тестування пацієнт лежить на спині, нога, що досліджується, зігнута в колінному суглобі до 90° , у тазостегновому – до 45° (рис. 1.17). Особа, що тестує, сидить на краю кушетки й використовує свої сідниці для фіксування стопи пацієнта. М'язи ноги, що досліджується, мають бути повністю розслаблені. Особа, що тестує, обома руками охоплює гомілку під колінним суглобом і намагається зміщати її поперемінно вперед і назад. Гомілка зміщується вперед («передній висувний ящик») за умови розриву передньої хрестоподібної зв'язки і назад у разі розриву задньої хрестоподібної зв'язки («задній висувний ящик»). Якщо гомілка зміщується і вперед, і назад, тоді розірвані обидві хрестоподібні зв'язки [7; 8; 9].

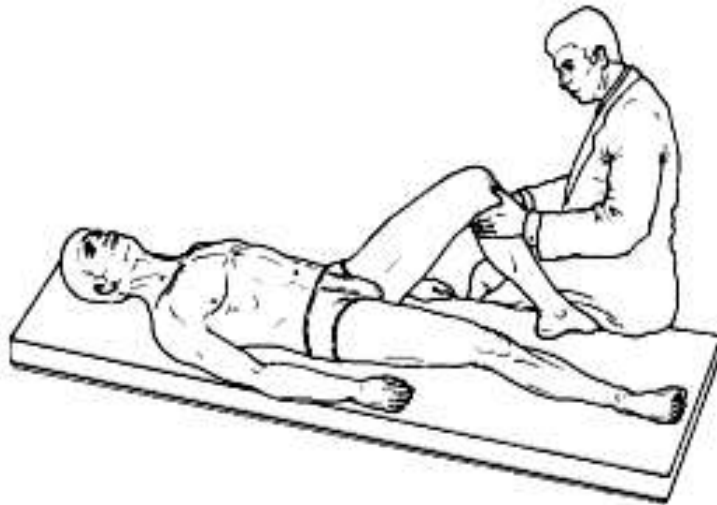


Рисунок 1.17 – Тестування пацієнта на стабільність передньої та задньої хрестоподібних зв'язок колінного суглоба

Тестування пацієнта на укорочення однієї нижньої кінцівки щодо другої

У процесі тестування пацієнт лежить на спині, ноги зігнуті в тазостегнових і колінних суглобах на 90° , стопи повністю спираються в поверхню кушетки. Особа, що тестує, оцінює стан обох колінних суглобів збоку і заднього торця кушетки. У нормі два колінні суглоби мають розташовуватися на одному рівні. Якщо один колінний суглоб розміщується вище, ніж другий, то це свідчить про те, що на цьому боці гомілка довша або протилежна гомілка коротша (рис. 1.18).

Під час згинання кінцівок у тазостегнових і колінних суглобах на 90° та фіксування в цьому положенні руками лікаря особа, що тестує, оцінює довжину стегна. Якщо один колінний суглоб вищий щодо другого, то це свідчить про те, що на цьому боці стегно довше або протилежне стегно коротше (рис. 1.19).

Додатково рекомендується порівняльне вимірювання довжин кінцівок за допомогою сантиметрової смужки від передньої верхньої ості підвздошної

кістки до внутрішньої щиколотки відповідної ноги (рис. 1.20). Якщо вимірювання до внутрішньої щиколотки в разі особливості деформації неможливе, то вимірюють відстань до зовнішньої щиколотки. Відстань від передньої верхньої ості підвздошної кістки до відповідної внутрішньої або зовнішньої щиколотки називається сумарною або клінічною довжиною ноги.



Рисунок 1.18 – Визначення довжини гомілки



Рисунок 1.19 – Визначення довжини стегна

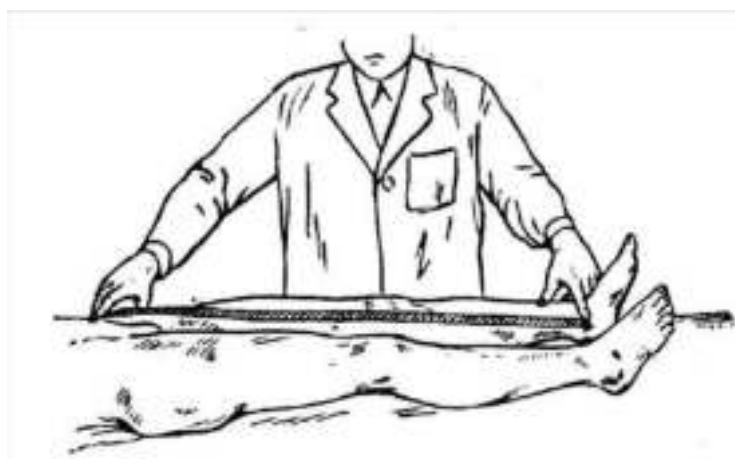


Рисунок 1.20 – Визначення довжини кінцівок

Найбільш повну картину про наявність укорочення забезпечить застосування й основного, і додаткового тестів [7; 8; 9].

Вимірювання обсягу активних і пасивних рухів у тазостегновому, колінному й гомілковостопному суглобах нижніх кінцівок

Рекомендується завершувати тестування вимірюванням обсягу активних і пасивних рухів у тазостегновому, колінному й гомілковостопному суглобах нижніх кінцівок. Усі вимірювання рекомендується проводити в положенні пацієнта лежачи та з використанням гоніометра [7; 8; 9].

На рис. 1.21, 1.22 та 1.23 наведено рухи в тазостегновому, колінному й гомілковостопному суглобах відповідно до фізіологічної норми.

У тазостегновому суглобі необхідно виміряти кути згинання, розгинання, відведення, приведення, внутрішньої та зовнішньої ротації (рис. 1.21).

У колінному суглобі необхідно виміряти кути згинання та розгинання (рис. 1.22).

У гомілковостопному суглобі необхідно виміряти кути підшовного й тильного згинання (рис. 1.23).

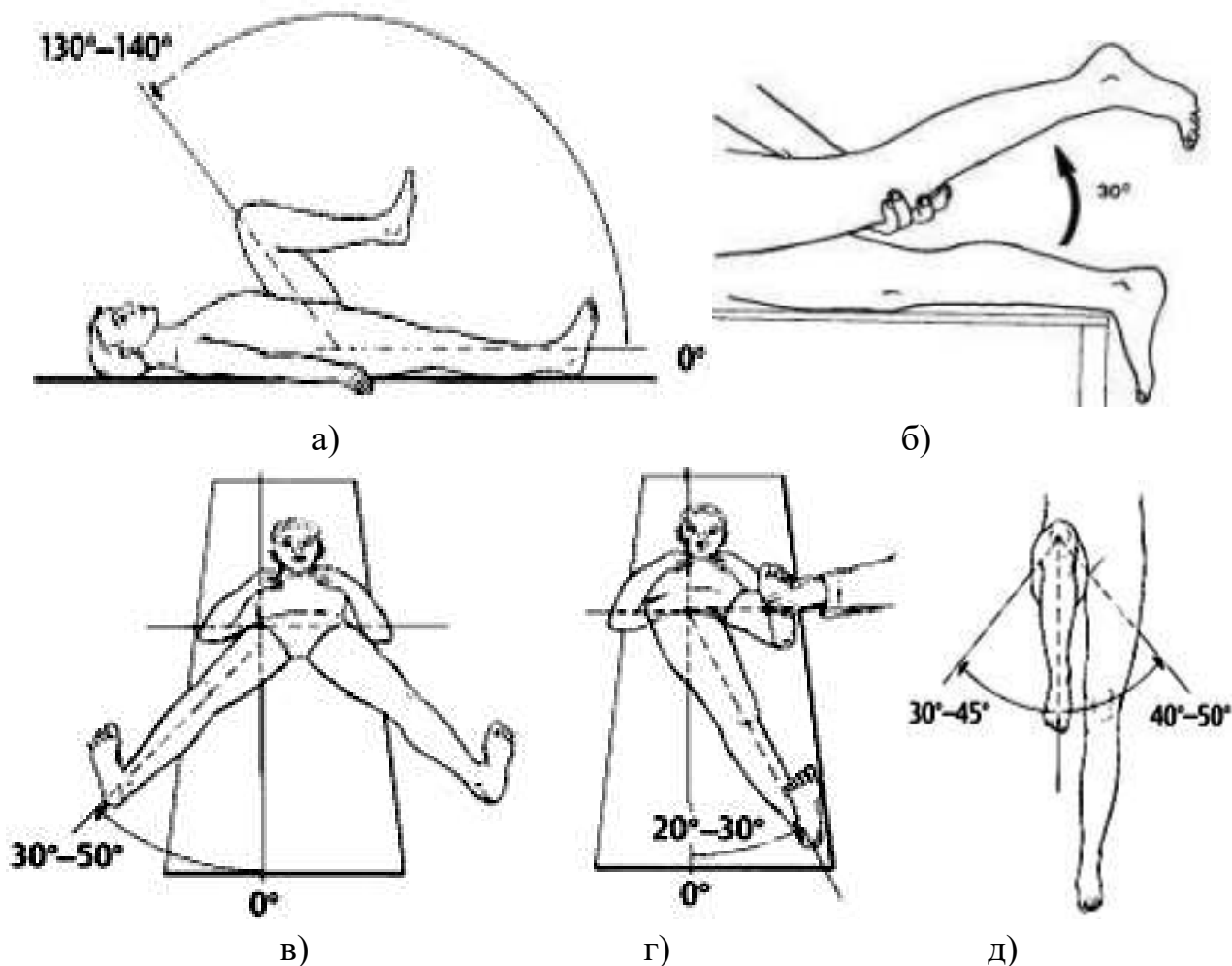


Рисунок 1.21 – Діапазон рухів у тазостегновому суглобі:
а – згинання; б – розгинання; в – відведення; г – приведення;
д – внутрішня / зовнішня ротація (у положенні стоячи й лежачи)

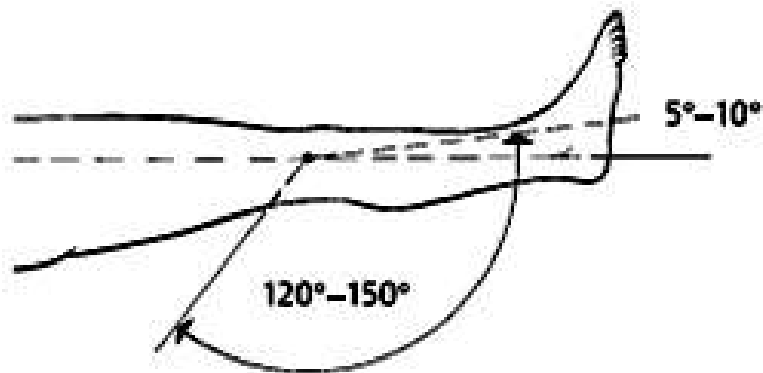


Рисунок 1.22 – Діапазон рухів у колінному суглобі (згинання / розгинання)

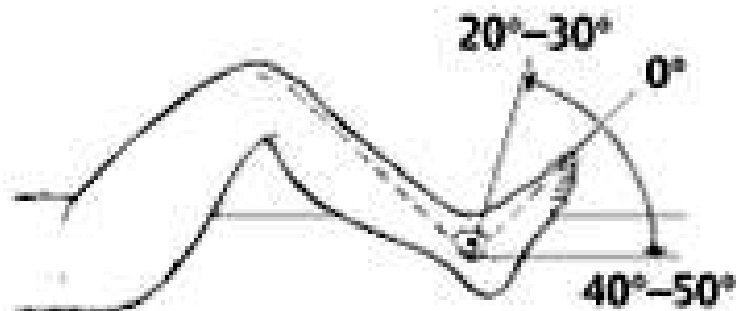


Рисунок 1.23 – Діапазон рухів у гомілковостопному суглобі (підшовне / тильне згинання)

1.4 Основні принципи призначення ортезів на нижні кінцівки. Розташування центрів шарнірів, схема побудови стандартної конструкції ортеза на колінний і гомілковостопний суглоби-стопу (КАФО)

Сучасна концепція призначення ортезів на нижні кінцівки припускає певний порядок дій, які ґрунтуються на інформації, викладеній у відповідних міжнародних і національних стандартах. Нижче наведені основні визначення й характеристики, що дають змогу на підставі функціональних можливостей пацієнта правильно призначити відповідну конструкцію ортеза.

Обстеження пацієнтів, яким призначають ортези на нижні кінцівки

Для призначення ортеза на нижні кінцівки як лікувального засобу необхідно вказати такі індивідуальні дані та характеристики пацієнта, а саме:

а) особиста інформація особи:

– вік, стать, зріст, вага (опишіть, якщо доречно, соціальне й фізичне оточення пацієнта, його професійну діяльність і дозвілля та інші значущі відомості);

б) клінічні стани, що лікуються за допомогою ортезів на нижні кінцівки:

– указати діагноз і коди за Міжнародною класифікацією хвороб ICD-10;

– зазначити, одна або дві нижні кінцівки мають патологічні стани, які суглоби мають патологічні зміни, чи відчуває пацієнт біль у стані спокою або під навантаженням;

– указати амплітуду руху залученого суглоба (суглобів) та нервово-м'язове керування;

– зазначити поверхневу та глибоку чутливість нижньої кінцівки (кінцівок);

в) супутні клінічні стани:

– указати (якщо є) порушення серцево-судинної, дихальної, кістково-м'язової, нервової та ендокринної систем, які можуть вплинути на лікування за допомогою ортезів;

г) мотивація та усвідомлювані потреби пацієнта:

– вказати мотивацію та усвідомлювані потреби особи як необхідні умови для позитивного сприйняття ортеза, що призначений. Мотивація та усвідомлювані потреби пацієнта істотно впливають на консервативне лікування за допомогою ортезів. Вони взаємозалежні й на них впливає клінічний стан, особисте, фізичне, соціальне й культурне оточення пацієнта. Мотивацію важко описати, але вона може бути визначена лікарем у процесі регулярного спілкування з людиною;

д) функціональні можливості пацієнта (клінічний стан і порушення, що виникають, будуть впливати на функціональні можливості людини та її участь у повсякденному житті). Будь-які функціональні обмеження мають бути ідентифіковані таким чином:

– мобільність у ліжку: якщо пацієнт не здатний переміститися з ліжка самостійно, то варто вказати, чи повністю він нерухомий або здатний змінювати своє положення лежачи самостійно;

– переміщення: вказати, чи здатний пацієнт самостійно перейти з положення сидячи в положення стоячи й навпаки;

– сидіння: вказати, чи потрібна пацієнтові додаткова підтримка, щоб сидіти;

– положення стоячи / ходьба: зазначити такі можливості пацієнта стояти / ходити:

– здатний або не здатний самостійно стояти;

– здатний чи ні ходити по рівних поверхнях з помічником або самостійно;

– здатний чи ні самостійно ходити по нерівних поверхнях, сходах з поруччям або без;

– використання технічних засобів допомоги. Варто вказати будь-які технічні засоби допомоги (тростина, милиці, візок тощо), що застосовувались для виконання дій, описаних вище.

Клінічна мета консервативного лікування за допомогою ортезів на нижні кінцівки

Клінічна мета лікування за допомогою ортезів може бути такою:

а) зменшити або повністю усунути біль;

б) лікувати деформації:

– яким можна запобігти (наприклад, розрив колатеральних зв'язок колінного суглоба);

– які є виправними (наприклад, розвиток дисплазії тазостегнового суглоба);

– які є невиправними (наприклад, перелом, який неправильно зрісся);

в) попередити надмірну амплітуду руху суглоба (наприклад, перерозгинання в колінному суглобі);

г) збільшити амплітуду руху суглобів (наприклад, у разі тугорухомості суглобів);

д) забезпечити компенсацію аномалій довжини форми сегмента (наприклад, невідповідність у довжині нижніх кінцівок або недостатньому обсязі м'язових тканин);

ж) лікувати патологічну нервово-м'язову функцію, що передбачає:

– компенсацію слабкої активності м'язів (наприклад, у разі поліомієліту);

– контроль за впливом гіперактивності м'язів (наприклад, м'язова спастичність);

з) захищати тканини (наприклад, у разі діабетичної нейропатії та нейроартропатії Шарко);

е) сприяти загоєнню (наприклад, після оперативного втручання на колінному суглобі);

і) забезпечити інші ефекти (наприклад, плацебо, тепло, постурально зворотний зв'язок).

Після визначення клінічної мети лікування та визначення залучених суглобів (суглоба) і/або сегмента (сегментів) нижніх кінцівок потрібно вказати:

– що викликає біль;

– тип деформації, яку варто лікувати;

– рух суглоба, що варто попередити або збільшити;

– зміна необхідної довжини сегмента або форми;

– м'язова активність, компенсацію або контроль якої необхідно забезпечити;

– тканини, що будуть захищені або загоєння яких варто стимулювати.

Функціональні вимоги до ортезів на нижні кінцівки

Для досягнення клінічних цілей консервативного лікування, описаних в попередньому пункті, застосовують ортези на нижні кінцівки. Залежно від клінічних цілей ортез на нижню кінцівку має забезпечувати такі функції:

а) щодо деформації:

- попередити деформацію;
- зменшити деформацію;
- утримувати деформацію;

б) щодо руху суглоба:

- обмежувати амплітуду руху суглоба;
- збільшувати амплітуду руху суглоба;

в) щодо розміру сегмента нижньої кінцівки:

- збільшити довжину сегмента;
- поліпшити форму сегмента;

г) щодо м'язової активності:

- компенсувати слабку м'язову активність;
- управляти впливом гіперфункції м'язів;

д) зменшувати або перерозподіляти навантаження на тканини (наприклад, щоб перерозподілити тиск на підошовну поверхню стопи або зменшити навантаження на ділянку перелому гомілки).

Біомеханічний ефект впливу ортезів на нижні кінцівки

Більшість ортезів на нижні кінцівки виконують функцію, для забезпечення якої вони були призначені, шляхом прикладання системи трьох сил (далі називається як система сил «ортез / нижня кінцівка») до сегментів нижньої кінцівки, які ортез охоплює.

Точний характер системи сил «ортез / нижня кінцівка» й місце прикладання окремих сил, що становлять систему, будуть залежати від клінічних цілей лікування, залучених суглобів або сегментів, функціональних вимог до ортеза та біомеханічного ефекту, щоб досягти необхідного результату консервативного лікування.

Біомеханічний ефект від застосування ортеза може викликати:

а) силу в суглобі або сегменті нижньої кінцівки, і, отже:

– зменшити чи перерозподілити зовнішнє навантаження на шкіру або підшкірні тканини, чи внутрішнє навантаження на тканини (це може, крім того, перешкоджати патологічному поступальному руху, що відбувається в суглобі або в межах сегмента);

б) момент у суглобі або в сегменті нижньої кінцівки і, отже:

- попередити, зменшити або утримати деформацію;
- обмежити або збільшити амплітуду руху суглоба;
- забезпечити компенсацію слабкої активності;
- контролювати вплив м'язової гіперфункції;
- зменшити або перерозподілити навантаження на тканини.

Необхідно зазначити, що система сил «ортез / нижня кінцівка» і, отже, її біомеханічний ефект будуть створені тільки тоді, коли відбувається навантаження ортеза під впливом сили від споживача-пацієнта, наприклад:

– система сил, що викликає спрямовану назад силу в колінному суглобі, щоб перешкоджати зсуву вперед, буде існувати тільки тоді, коли колінний суглоб піддається дії спрямованої уперед сили;

– спрямована по осі сила, прикладена під сідничним горбом, щоб зменшити внутрішнє навантаження на колінний суглоб, буде існувати тільки тоді, коли нижня кінцівка перебуває під навантаженням;

– система сил, яка викликає момент у суглобі, щоб чинити опір гіперфункції м'язів, буде існувати лише тоді, коли залучені м'язи стискаються.

Отже, оцінка відповідної системи сил «ортез / нижня кінцівка» і відповідного біомеханічного ефекту, що має забезпечити виготовлений ортез, необхідна, щоб вирішити питання про адекватність функції та припасування ортеза.

Розташування центрів шарнірів. Схема побудови стандартної конструкції ортеза КАФО

Розглянемо розташування центрів тазостегнових, колінних, гомілковостопних шарнірів у трьох основних площинах і схему побудови стандартного (найбільш поширеного) ортеза на колінний, гомілковостопний суглоби-стопу КАФО.

Розташування шарнірів у трьох площинах для стандартної конструкції ортезів КАФО наведено в табл. 1.2.

Схема побудови стандартної конструкції ортеза КАФО

Схема побудови ортеза основана на розташуванні базових вертикальних ліній щодо гіпсової моделі ортеза у фронтальній і сагітальній площинах.

Таблиця 1.2 – Розташування шарнірів для стандартної конструкції ортезів КАФО

Шарніри	Площина		
	Фронтальна	Сагітальна	Горизонтальна
Тазостегнові	Вісь, яка проходить крізь центри шарнірів, розташовується горизонтально й паралельно підлозі.	<u>Розташування центрів шарнірів по висоті (горизонталь):</u> – вище від вершини великого вертлюга ~ на 1 см. <u>Передньо-заднє (А-Р) розташування центрів шарнірів(вертикаль):</u> – висок із середини пахвової западини. Відводять руку пацієнта; позначають маркером середину пахвової западини; опускають висок. На перетині вертикальної лінії виска й горизонтальної лінії висоти розміщений центр шарніра.	Вісь, що проходить крізь центри шарнірів, розташовується паралельно горизонтальній осі колінних шарнірів.
Колінні	Вісь, яка проходить крізь центри шарнірів, розташовується горизонтально й паралельно підлозі.	<u>Розташування центрів шарнірів по висоті (горизонталь):</u> – вище від суглобової щілини ~ на (20–25) мм (для дітей ~ на 15 мм). <u>Передньо-заднє (А-Р) розташування центрів шарнірів(вертикаль):</u> – 60% уперед; – 40% назад. На перетині вертикальної та горизонтальної ліній розміщений центр шарніра.	Вісь, що проходить крізь центри шарнірів, розташовується паралельно фронтальній площині; майже паралельно площині підколінної ямки в разі згинання колінного суглоба на 90°.
Гомілковостопні	Вісь, що проходить крізь центри шарнірів, розташовується горизонтально й паралельно підлозі.	<u>Розташування центрів шарнірів по висоті (горизонталь):</u> – дистальний (нижній) контур медіальної (внутрішньої) щиколотки. <u>Передньо-заднє (А-Р) розташування центрів шарнірів(вертикаль):</u> – на середині лінійного розміру над внутрішньою щиколоткою.	Вісь, що проходить крізь центри шарнірів, розгорнута назовні залежно від кута зовнішньої ротації гомілковостопного суглоба.

Загалом базові вертикалі мають проходити у фронтальній площині:

– по передній поверхні гіпсової моделі – крізь середину (лінійні розміри) колінного й гомілковостопного суглобів і закінчуватися на рівні між I і II пальцями стопи;

– по задній поверхні гіпсової моделі – крізь середину підколінної ямки та середину ахіллового сухожилля.

У сагітальній площині:

– по латеральній (зовнішній) боковій поверхні гіпсової моделі – крізь розмічені центри тазостегнового й колінного шарнірів (див. табл. 1.2), надкоротко перед контуром зовнішньої щиколотки;

– по медіальній (внутрішній) боковій поверхні гіпсової моделі – крізь розмічений центр колінного шарніра (див. табл. 1.2).

Визначення типів пацієнтів

Залежно від залишкової сили м'язів нижніх кінцівок, визначеної за методиками, описаними в розділі 1, хворі бувають двох типів (рис. 1.24).

Тип пацієнтів 1 – припускає повний параліч м'язів нижньої кінцівки, що зачіпає як розгинальні, так і згинальні м'язи. У цьому разі може зберегтися максимальна залишкова функція м'язів 2-го ступеня за шкалою Янда (рис. 1.24, а). Пацієнт не може стояти на враженій кінцівці без додаткової підтримки.

Тип пацієнтів 2 – припускає частковий параліч нижньої кінцівки, коли пацієнтові завдяки залишковій силі м'язів удається компенсувати відсутню функцію паралізованого м'яза, щоб щонайменше вільно стояти. У цьому разі ходити пацієнт може тільки обмежено. Для цього типу пацієнтів важливо, що за допомогою згинального м'яза стегна (2–5 ступінь за шкалою Янда) вдається перенести кінцівку (рис. 1.24, б).

Отже, розподіл пацієнтів на типи значно полегшує членам мультидисциплінарної бригади завдання з призначення конкретній особі конструкції ортеза, що найбільшою мірою здатна компенсувати функціональні проблеми [7; 8; 9; 10].

Приклади призначення ортезів на нижні кінцівки залежно від залишкової сили м'язів

Для кращого розуміння матеріалу наведемо кілька прикладів призначення ортезів.



а)



б)

Рисунок 1.24 – Залишкова максимальна сила м'язів нижньої кінцівки:
а – пацієнти I типу; б – пацієнти II типу

Приклад 1

Якщо до ортезування в пацієнта присутнє фізіологічне навантаження на суглоби, то ні властивості, ні конструкція ортеза не мають змінювати ситуацію з навантаженням.

У пацієнта 1, зображеного на рис. 1.25, унаслідок травми ушкоджено піднімальні м'язи правої стопи. Як видно на рис. 1.25, а, пацієнт стоїть

без ортеза на вимірювальній платформі приладу *L.A.S.A.R* зі збереженням фізіологічної статики. Завдання ортезування полягає в компенсації дисфункції піднімальних м'язів. Застосування ортеза на гомілковостопний суглоб-стопу (шарнірний) не має негативно позначитися на статистиці пацієнта (рис. 1.25, б) [7].

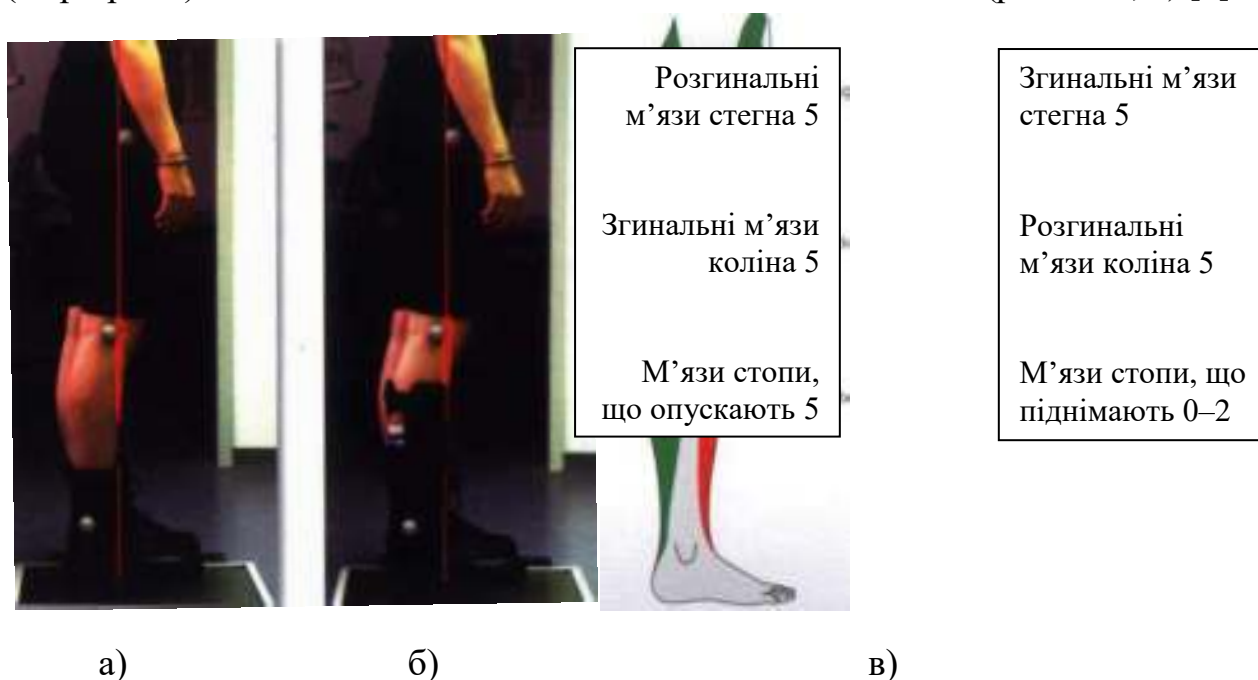


Рисунок 1.25 – Дослідження пацієнта типу I в статистиці на платформі *L.A.S.A.R*:
 а – статика без ортеза; б – статика в ортезі;
 в – статус м'язів – пацієнт із паралічем малогомілкового нерва

Приклад 2

Якщо позиція лінії навантаження обумовлена моментами, що створюють нефізіологічне навантаження на колінний суглоб, то за допомогою ортеза на гомілковостопний суглоб-стопу (шарнірний) необхідно привести вісь коліна в положення, наближене до фізіологічно правильного. Конструкція ортеза має сприяти тому, щоб лінія навантаження проходила спереду на відстані приблизно 15 мм до уявної (компромісної) осі обертання шарнірів за Нітертом.

У цьому прикладі йдеться про пацієнта типу II з невральною м'язовою атрофією. Параліч м'язів правої гомілки пацієнт компенсує посиленням згинанням колінного суглоба. У цьому разі спостерігається підвищена м'язова активність. Як наслідок, пацієнт для стояння й ходьби витрачає багато енергії.

Завдяки корекції правого колінного суглоба у фізіологічно правильне положення значно полегшується для пацієнта стояння та ходьба. Це здійснюється за допомогою налаштованого для пацієнта важеля передплесна й важеля комплексу таранної та п'яtkової кістки, реалізованих в індивідуальній конструкції ортеза (рис. 1.26) [7].

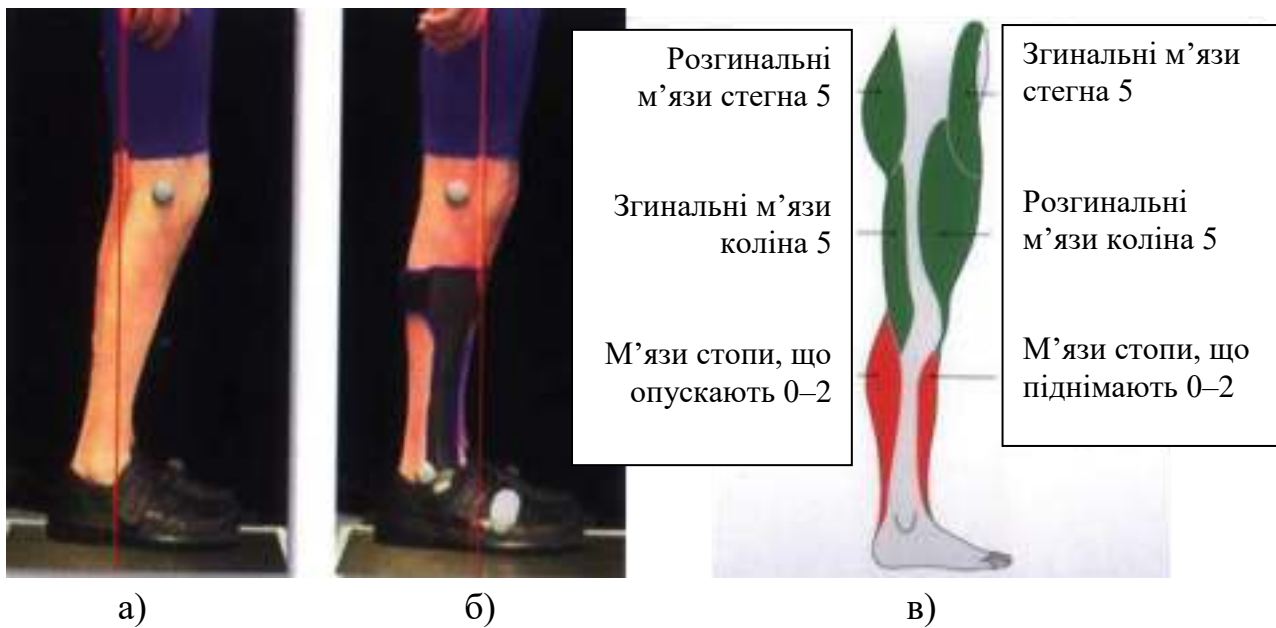


Рисунок 1.26 – Дослідження пацієнта типу II в статиці на платформі *L.A.S.A.R.*:
 а – статика без ортеза; б – статика в ортезі;
 в – статус м'язів – пацієнт із невравльною м'язовою атрофією

1.5 Термопластичні матеріали, що застосовуються в ортезуванні нижніх кінцівок

Термопластичні матеріали або пластики – органічні матеріали, що містять гігантські молекули, інакше – макромолекули. Вони існують у природі (целюлоза, білок тощо) і можуть також бути виготовлені із синтетичного матеріалу, зокрема з простих молекул, що називаються мономерами. Пластики бувають жорсткими, гнучкими, твердими, м'якими, темними, напівпрозорими, прозорими, водонепроникними або водонепроникними матеріалами, і в будь-якому зі своїх станів вони легкі, нетоксичні та гігієнічні.

На сьогодні світова промисловість полімерних матеріалів пропонує досить широкий спектр термопластичних матеріалів, призначених для ортопедичного забезпечення пацієнтів вагою від 50 кг до 125 кг: поліетилен (PE), поліпропілен (PP), полістирол, іономер, етиленвінілацетат (EVA), поліамід, поліефір тощо. Широкий діапазон характеристик цих матеріалів дає змогу цілеспрямовано підбирати вид і марку матеріалу для забезпечення високої надійності та функціональності ортопедичного виробу. З допомогою цих матеріалів можна виготовити надійні ортези з терміном практичного застосування до трьох років. В останні роки в Німеччині та Великобританії розроблені нові термопластичні матеріали з антибактеріальним ефектом. Ці термопласти захищають шкіру пацієнта й гільзи ортезів від широкого

спектра мікроорганізмів. З огляду на те, що найбільш часто у виготовленні ортезів на нижні кінцівки застосовуються поліетилен і поліпропілен, зупинимося на них більш детально [11–13].

Опис термопластів і сфера їхнього застосування

Поліолефіни

Поліолефіни є чистими вуглеводневими сполуками. Це пластмаси, з якими найчастіше доводиться стикатися техніку-ортезисту. Найбільш важливими представниками групи поліолефінів є поліетилен і поліпропілен.

Поліетилен (PE)

Поліетилен має найпростішу молекулярну структуру з усіх синтетичних матеріалів. В ортезуванні розрізняють поліетилен високої щільності – ПЕВЩ (PE-HD) і поліетилен низької щільності – ПЕНЩ (PE-LD). Ще однією особливістю поліетилену є його молекулярна вага. Наприклад, поліетилен високої щільності з високою молекулярною масою має дуже хороші міцність, ударну в'язкість та високий опір деформації (за умови глибокої витяжки). Поліетилен низької щільності з низькою молекулярною вагою характеризується еластичністю і легкістю оброблення. Цей матеріал рекомендується застосовувати, коли гільзи ортеза повинні мати підвищені пружні властивості.

У використанні терміна «молекулярна маса» поліетилен позначається так:

- PE-HMW (*High Molekular Weight*) – поліетилен з високою молекулярною масою;
- PE-LMW (*Low Molekular Weight*) – поліетилен з низькою молекулярною масою.

Поліпропілен (PP)

Поліпропілен відрізняється низькою вагою, високими жорсткістю та міцністю. Такі властивості привели до широкого застосування цього матеріалу, зокрема у виготовленні ортезів для нижніх кінцівок. Оброблення цього матеріалу ускладнюється більш високою температурою перероблення порівняно з поліетиленом, тому для досягнення гарних результатів потрібні ефективні нагрівальні прилади й точне дотримання технології. Наприклад, у комбінації із профілюючими елементами можна виготовити дуже тонкостінні та стабільні гільзи ортезів.

Можлива також і закладка елементів (ланок) шин у гільзи ортеза в процесі їхнього вакуумного формування.

Гомополімер поліпропілену (PP-H)

Цей поліпропілен є гомополімером, тобто полімери (ланцюги молекул) побудовані з одного мономерного з'єднання та визначаються високими міцністю та твердістю, але має незначну ударну в'язкість. Усе це вимагає старанності в процесі оброблення матеріалу, щоб не відбулося крихкого зламу матеріалу. Із цього матеріалу переважно виготовляють частини ортеза, що підлягають сильним навантаженням, наприклад, ортези, які застосовуються в разі паралічу.

Сополімер поліпропілену (PP-C)

Сополімер поліпропілену (PP-C), отриманий унаслідок сополімеризації етилену та пропілену, є термоформувальним матеріалом. Він поєднує в собі переваги поліпропілену та поліетилену. Цей матеріал має значно більшу ударну в'язкість, ніж гомополімер поліпропілену (PP-H), особливо за умови знижених температур. PP-C відрізняється як гарною термопластичною формованістю, так і зварюваністю, добре облягає шарніри ортезів і ланок шин під час вакуумного формування, що дає змогу застосовувати його для різних конструкцій, а саме:

- жорстких ортезів стопи (устілки) (FO);
- ортезів на гомілковостопні суглоби (AFO);
- ортезів на колінний і гомілковостопний суглоби-стопу (KAFO);
- ортезів (корсети) на грудний, поперековий і крижовий відділи хребта (TLSO).

Перевагами перелічених конструкцій ортезів є незначна вага, висока жорсткість, висока ударна в'язкість, низька крихкість, незначна усадка.

Армовані термопласти на основі гомополімеру поліпропілену PP-H і сополімеру поліпропілену PP-C для посилення гільз ортезів нижніх кінцівок

Армовані термопласти містять поліпропілен (PP-H або PP-C), армований односпрямованим філаментним скловолокном (ровінгами) (рис. 1.27). Ці скловолоконні ровінги (склонитки) вкладені в зовнішній шар профілю, який є пластиною розміром 20 мм (ширина) x 3 мм (товщина) x 1200 мм (довжина), і нерівномірно розподілені обабіч пластини. Бік пластини, що з'єднується (зварюється) безпосередньо з гільзою ортеза нижньої кінцівки, містить більш високу частку волокна для ефективної протидії коробленню листа. Цей бік легко розпізнати за кромками з радіусом 2 мм. Накладка армованих термопластів із відповідними листовими заготівками термопластів на ортези

нижніх кінцівок може виконуватися за одну робочу технологічну операцію, тобто листова заготівка і заготівки армованого термопласту одночасно кладуться в термоплиту й після розігріву накладаються на гіпсову модель ортеза – спочатку армований термопласт, а потім листова заготівка. Армовані термопласти утворюють місцеве потовщення (ребро жорсткості), що може бути підігнане відповідно до свого розташування та орієнтації до ортеза для конкретного пацієнта. Термоформування непосилених ділянок гільз ортеза не ускладнюється, і одночасно попереджається перекіс компонентів ортеза.

Редра жорсткості, виготовлені із смуг армованого термопласту, значно збільшують жорсткість і міцність гільз ортезів нижніх кінцівок, що зрештою збільшує строки експлуатації ортеза пацієнтом, однак необхідно зазначити, що армований термопласт, виготовлений із сополімеру поліпропілену PP-C може застосовуватися тільки з листовими заготівками ортезів з того самого матеріалу. Відповідно, це стосується й армованого термопласту, виготовленого з гомополімеру пропілену PP-H.

Армовані термопласти як редра жорсткості застосовуються для виготовлення ортезів на гомілковостопний суглоб-стопу (AFO) та ортезів на колінний і гомілковостопний суглоби-стопу (KAFO).

Термопласти з антибактеріальним ефектом

Термопласти з антибактеріальним ефектом виготовляються на основі сополімеру поліпропілену PP-C за технологією *Skinguard* (zareєстрована торгівельна марка фірми *Otto Bock*, Німеччина) і *Silver Shield* (zareєстрована торговельна марка фірми *North Sea Plastics*, Великобританія). У технології *Skinguard* застосовуються антибактеріальні речовини, основані на різних активних принципах.

Технологія *Silver Shield* – це перший антибактеріальний ряд термопластів, доступний в ортопедичній технології. Термопласти, виготовлені за цією технологією, містять антибактеріальну речовину – срібло. Під час контакту з молекулами води термопластичні матеріали вивільняють іони срібла з дуже низькою швидкістю. Ці іони проявляють свій антибактеріальний ефект і пригнічують зростання шкідливих бактерій. Завдяки постійному вивільненню іонів срібла антибактеріальні термопласти мають пролонговані антибактеріальні характеристики.

Проведені практичні дослідження показали, що технологія *Silver Shield* зменшує зростання колоній золотистого стафілокока (грампозитивний) і кишкової палички (грамнегативний) на 99,9%.

Перевагами ортезів, виготовлених із цих термопластів є:

- відсутність неприємного запаху в процесі експлуатації ортеза;
- відсутність зміни кольору гільз ортеза, викликане мікробами;
- збільшення довговічності гільз і ортеза загалом;
- забезпечення підвищеної комфортності під час експлуатації ортеза;
- поліпшення стану й збереження здоров'я шкіри, що контактує з гільзами ортеза.



Рисунок 1.27 – Ескіз поперечного розрізу армованого термопласту

Розглянемо ще кілька матеріалів, що досить широко застосовують у виготовленні ортезів нижніх кінцівок.

Акрилові смоли

Акрилові смоли – синтетичні смоли, що отримуються сополімеризацією акрилових мономерів, часто з додаванням ненасичених вуглеводнів.

Можна виокремити два основних типи акрилових смол:

- акрилові термопласти – не вимагають застосування затверджувача. Поставляються у формі сухого порошку (гранул) або його розчину в органічних розчинниках (ксилол, толуол, бутилацетат);

- акрилові полііоли – вимагають застосування затверджувача. Поставляються у формі рідкої акрилової смоли й затверджувача-порошку. Як затверджувач зазвичай застосовують ароматичні або аліфатичні поліізоціанати, які додаються для полімеризації акрилової смоли (перетворення з рідкого у твердий стан). Застосовуються як основа для виробництва двокомпонентних (2К) жорстких гільз у протезуванні та ортезуванні нижніх і верхніх кінцівок.

Препреги

Препреги (англ. *pre-preg*, скор. від *pre-impregnated* – попередньо просочений) – це композиційні (багатокомпонентні) матеріали-напівфабрикати. Є листами тканих або нетканих волокнистих матеріалів, просочених неотверділими полімерними в'язками. Традиційний волокнистий матеріал –

це вуглеволокно. Як в'язке використовують поліефірну смолу. Препреги виготовляють шляхом просочення армованої волокнистої основи (вуглеволокна) рівномірно розподіленим полімерним в'язким (поліефірною смолою) [11–13].

1.6 Комплектувальні вироби до ортезів на нижні кінцівки (шарніри, шини)

Розглянемо основні комплектувальні вироби – гомілковостопні, колінні й тазостегнові шарніри, а також шини до них, що застосовуються для виготовлення ортезів нижніх кінцівок в Україні на сучасному етапі.

Основу ортезів на нижні кінцівки з термопластичних і композиційних матеріалів становить металевий каркас, що містить шини, шарнірно з'єднані між собою в місцях, які відповідають розташуванню анатомічних суглобів – гомілковостопного, колінного й тазостегнового [14–23].

Шини за методом конструктивного виготовлення поділяються на дві основні групи:

- традиційні, у яких верхні й нижні ланки утворюють механічні шарніри;
- системні, що містять три основні частини – верхню ланку, механічний шарнір і нижню ланку, з'єднані в одне ціле за допомогою гвинтів зі сферичною потайною головкою або заклепок. В основу системних шин покладено модульний принцип складання, тобто шина збирається з окремих частин-модулів: одного шарніра та двох ланок (шин), які підбираються залежно від конструкції ортеза, його призначення й характеристик пацієнта (ваги, зросту, активності).

Для порівняння традиційних і системних шин вводять кілька основних критеріїв, що дозволять визначити переваги й недоліки тієї або іншої групи:

- технологічність виготовлення й вартість;
- ремонтпридатність;
- варіативність, тобто кількість виконань із різних матеріалів;
- типорозмірний ряд;
- косметичність і компактність;
- функціональність.

За технологічністю виготовлення, з огляду на досить значну потребу в шинах для протезно-ортопедичних підприємств України, системні шини мають переваги, на відміну від традиційних, у тому, що легше виготовити окремо три частини шини, ніж ланки, що утворюють механічний шарнір із шинами. Крім того, ціна системних шин більш низька або така сама, як традиційних.

Традиційні шини не ремонтпридатні. У випадку поломки однієї з ланок необхідно замінювати всю шину. У системній шині міняється тільки ланка або шарнір, які вийшли з ладу.

За кількістю можливих варіантів виконання системні шини значно перевершують традиційні. Завдяки тому, що механічний шарнір (гомілковостопний, колінний, тазостегновий) виготовляється окремо, його верхнім і нижнім частинам можна додавати форму, яка відповідає анатомічним особливостям нижньої кінцівки, що істотно полегшує роботу з шинами під час підганяння. Системні шини можуть виготовлятися як з одного матеріалу, наприклад, з нержавіючої сталі, так і з різних – колінний шарнір сталевий, верхня і нижня ланки зроблені з алюмінієвого сплаву або титану. Це дозволяє для збереження терміну служби шини істотно знизити її вагу (до 40%). Традиційні шини виготовляються з одного матеріалу, як правило, зі сталі, іноді з титану, оскільки легкі титанові шини дуже дорогі й термін їхньої служби нижчий, ніж сталевих (ідеться про титанові шарніри). Традиційні шини з алюмінієвих сплавів практично не виготовляються.

Типорозмірний ряд визначається аналогічними конструкціями шин із різною шириною та товщиною верхніх і нижніх ланок. Основний дорослий типорозмір шин – ширина ланок 20 мм, якщо товщина 4 мм або 5 мм (з нержавіючої сталі або титану) і 5 мм; 6 мм (з алюмінієвих сплавів). Системні шини значно ширше за традиційні подані в типорозмірному ряді для дорослих.

Косметичність і компактність шин визначається їхньою товщиною в ділянці механічного шарніра – найбільш відповідальної частини шини. Тоді як традиційні шини в цій ділянці мають значне потовщення, товщина механічних шарнірів системних шин практично дорівнює товщині ланок. Отже, системні шини більш косметичні, ніж традиційні, що має важливе значення для позитивної оцінки готового виробу (ортеза) пацієнтами. Також в системних шинах шарнір можна піддаватися термічному обробленню для підвищення міцностних характеристик, що істотно впливає на строк служби шарнірного з'єднання.

Функціональні можливості традиційних і системних шин ідентичні, хоча з погляду перспективи розроблень нових конструкцій системні шини більш перспективні завдяки принципу їхнього збирання.

Отже, порівняльний аналіз традиційних і системних шин показує, що останні мають низку незаперечних переваг. Тому далі розглянемо сучасні конструкції системних шарнірів і шин як більш прогресивних.

Конструкції системних шарнірів

Конструкції системних шарнірів та їхнє функціональне призначення наведено в табл. 1.3.




Таблиця 1.3 – Конструкції системних шарнірів та їхнє функціональне призначення

Тип конструкції	Вигляд	Біомеханічне керування	Функціональне призначення
1	2	3	4
<u>Системні гомілковостопні шарніри</u>			
Стандартний металевий шарнір (вільний рух)		<i>Фронтальна площина:</i> – фіксація гомілково-стопного суглоба; – обмеження повороту стопи всередину (назовні). <i>Сагітальна площина:</i> – вільне підошовне / тильне згинання стопи.	Варусна, вальгусна деформації гомілковостопного суглоба; мляві парези.
Підпружинений металевий шарнір однієї задньої пружини (з однією задньою пружиною)		<i>Фронтальна площина:</i> – фіксація гомілково-стопного суглоба; – обмеження повороту стопи усередину / назовні. <i>Сагітальна площина:</i> – сприяє тильному згинанню стопи; – обмежує підошовне згинання стопи; – регульована фіксація гомілковостопного суглоба.	Паралічі, парези; розгинальна контрактура гомілковостопного суглоба, що піддається корекції; відвисла стопа (еквінусна).
Підпружинений металевий шарнір двохсторонньої дії (з двома пружинами – задньою та передньою)		<i>Фронтальна площина:</i> – фіксація гомілковостопного суглоба; – обмеження повороту стопи всередину / назовні. <i>Сагітальна площина:</i> – сприяє тильному / підошовному згинанню стопи; – регульована фіксація гомілковостопного суглоба.	Паралічі, парези; згинальні / розгинальні контрактури гомілковостопного суглоба, що піддаються корекції; відвисла / п'ятова стопа.

Продовження таблиці 1.3

1	2	3	4
<u>Системні колінні шарніри</u>			
<p>Одноосьовий беззамковий шарнір із переміщенням осі обертання назад на 16 мм</p>		<p><i>Фронтальна площина:</i> – утримання колінного суглоба у фронтальній площині; – фіксація варусної / вальгусної деформації колінного суглоба. <i>Сагітальна площина:</i> – вільне згинання / розгинання колінного суглоба; – обмеження надлишкового розгинання.</p>	<p>Варусна/вальгусна деформація помірного ступеня; рекурвація колінного суглоба помірного ступеня; підкосостійкість у фазу опори (перешкодження згинанню колінного суглоба).</p>
<p>Замковий одноосьовий шарнір з падаючим замком</p>		<p><i>Фронтальна площина:</i> – утримання колінного суглоба; – фіксація варусної / вальгусної деформації колінного суглоба. <i>Сагітальна площина:</i> – фіксація колінного суглоба під час ходьби та стояння; – згинання колінного суглоба за умови піднятого замка.</p>	<p>Паралічі, парези важкого ступеня; вальгусна / варусна деформація важкого ступеня; рекурвація колінного суглоба важкого ступеня.</p>
<p>Замкові одноосьові шарніри з підпружиненим ексцентриковим замком із важільним клиноподібним «швейцарським» замком</p>		<p><i>Фронтальна площина:</i> – утримання колінного суглоба; – фіксація варусної / вальгусної деформації колінного суглоба. <i>Сагітальна площина:</i> – фіксація колінного суглоба під час ходьби та стояння; – згинання колінного суглоба за умови виключеного замка; – автоматична фіксація колінного суглоба.</p>	<p>Паралічі, парези важкого ступеня; вальгусна/варусна деформація важкого ступеня; рекурвація колінного суглоба важкого ступеня.</p>

Продовження таблиці 1.3

1	2	3	4
<u>Системні тазостегнові шарніри</u>			
<p>Одноосьовий беззамковий шарнір з обмеженням розгинання</p>		<p><i>Фронтальна площина:</i> – обмеження бокових рухів таза; – утримання тазостегнового суглоба.</p> <p><i>Сагітальна площина:</i> – вільне згинання тазостегнового суглоба; – обмеження функції надмірного розгинання; – підвищення підкосо-стійкості тазостегнового суглоба під час стояння.</p>	<p>Хибний суглоб (псевдоартроз) шийки або проксимального відділу стегнової кістки; часткове враження м'язів тазостегнового суглоба; в'ялі парези, паралічі.</p>
<p>Одноосьовий шарнір із клиноподібним замком</p>		<p><i>Фронтальна площина:</i> – утримання тазостегнового суглоба; – обмеження бокових рухів таза.</p> <p><i>Сагітальна площина:</i> – фіксація тазостегнового суглоба в період ходьби та стояння; – згинання тазостегнового суглоба в разі відкритого замка.</p>	<p>Повне враження м'язів тазостегнового суглоба (паралічі, парези тяжкого ступеня); згинальні контрактури в тазостегновому суглобі, що піддаються корекції; захворювання колінного суглоба (гоніт).</p>
<p>Одноосьовий беззамковий шарнір з регулюванням згинання / розгинання</p>		<p><i>Фронтальна площина:</i> – обмеження бокових рухів таза; – утримання тазостегнового суглоба.</p> <p><i>Сагітальна площина:</i> – вільне згинання/розгинання тазостегнового суглоба; – регулювання згинання / розгинання тазостегнового суглоба; – фіксація тазостегнового суглоба у визначеному положенні в період ходьби та стояння.</p>	<p>Коксартроз II–III стадій; нестабільність тазостегнового суглоба після травм та оперативних утручань; вивихи, підвивихи тазостегнового суглоба; згинальні / розгинальні контрактури в тазостегновому суглобі.</p>

Продовження таблиці 1.3

1	2	3	4
<p>Двохосьовий беззамковий шарнір із регулюванням: – згинання / розгинання; – відведення / приведення</p>		<p><i>Фронтальна площина:</i> – обмеження бокових рухів таза; – регулювання відведення / приведення нижньої кінцівки. <i>Сагітальна площина:</i> – вільне згинання / розгинання тазостегнового суглоба; – регулювання згинання / розгинання тазостегнового суглоба; – фіксація тазостегнового суглоба у визначеному положенні в період ходьби та стояння.</p>	<p>Хибний суглоб (псевдоартроз) шийки або проксимального відділу стегнової кістки; вивихи, підвивихи тазостегнового суглоба; згинальні / розгинальні та відвідні / привідні контрактури в тазостегновому суглобі; коксартроз II–III стадій.</p>
<p>Трьохосьовий беззамковий шарнір з регулюванням: – згинання / розгинання; – відведення / приведення; – зовнішньої / внутрішньої ротації</p>		<p><i>Фронтальна площина:</i> – обмеження бокових рухів таза; – регулювання відведення / приведення нижньої кінцівки. <i>Сагітальна площина:</i> – вільне згинання / розгинання тазостегнового суглоба; – регулювання згинання / розгинання тазостегнового суглоба; – фіксація тазостегнового суглоба у визначеному положенні під час ходьби та стояння. <i>Горизонтальна площина:</i> – регулювання зовнішньої / внутрішньої ротації нижньої кінцівки.</p>	<p>Згинальні / розгинальні, відвідні / привідні та ротаційні контрактури в тазостегновому суглобі; вивихи, підвивихи тазостегнового суглоба; коксартроз II–III стадій; хибний суглоб (псевдоартроз) шийки або проксимального відділу стегнової кістки.</p>

Необхідно зазначити що в табл. 1.3 подані як приклад одноосьовий тазостегновий шарнір традиційного виконання та двохосьовий та трьохосьовий – комбінованого виконання, тобто верхні ланки цих шарнірів традиційного

виконання, а нижні ланки – системні. Усі ці тазостегнові шарніри виготовляються і всистемному виконанні.

Конструкції системних шин стегна та гомілки

Системні шини стегна та гомілки призначені для встановлення в системні шарніри, колінні замкові чи беззамкові, під час виготовленні ортезів на:

- гомілковостопний суглоб-стопу;
- колінний і гомілковостопний суглоби-стопу;
- тазостегновий, колінний і гомілковостопний суглоби-стопу;
- грудний, поперековий відділи хребта, тазостегновий, колінний і гомілковостопний суглоби-стопу.

Шини системні стегна також призначені для встановлення в системні шарніри, гомілковостопні й тазостегнові.

Зовнішній вигляд системної шини стегна наведено на рис. 1.28. Ця шина має пряму форму з двома отворами для приєднання її до шарнірів за допомогою гвинтів, що містяться в комплекті шарнірів.

Зовнішній вигляд системної шини гомілки наведено на рис. 1.29. Ця шина має вигнуту форму з двома отворами для приєднання її до шарнірів колінних за допомогою гвинтів, що містяться в комплекті шарнірів. Така форма необхідна для відповідності контура шини контуру гомілки гіпсової моделі, за якою вона підганяється.

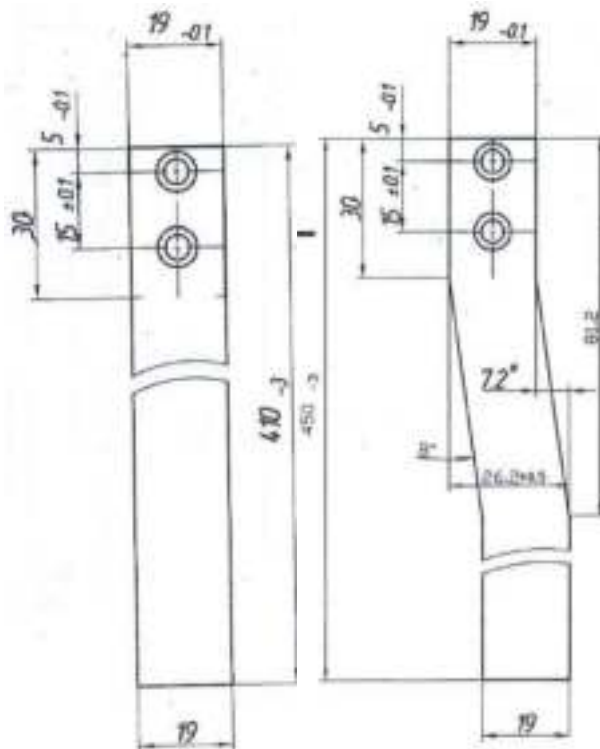


Рисунок 1.28 – Зовнішній вигляд системної шини стегна

Рисунок 1.29 – Зовнішній вигляд системної шини гомілки

Системні шини стегна та гомілка мають товщину 4 мм або 5 мм, виготовляються із нержавіючої сталі або алюмінію та постачаються комплектно з шарніром у зібраному або розібраному вигляді. Допускається постачання системних шин стегна й гомілки окремо на замовленням.

Конструкції шин на стопу (шин-лапок) для системних гомілковостопних шарнірів із вільним рухом і однобічної дії (з однією задньою пружиною)

Шини на стопу до системних гомілковостопних шарнірів із вільним рухом і однобічної дії (з однією задньою пружиною) призначені для використання в системних гомілковостопних шарнірах для виготовлення ортезів на:

- гомілковостопний суглоб-стопу;
- колінний і гомілковостопний суглоби-стопу;
- тазостегновий, колінний і гомілковостопний суглоби-стопу;
- грудний, поперековий відділи хребта, тазостегновий, колінний і гомілковостопний суглоби-стопу.

Зовнішній вигляд шин до системних гомілковостопних шарнірів наведено на рис. 1.30, а, б.

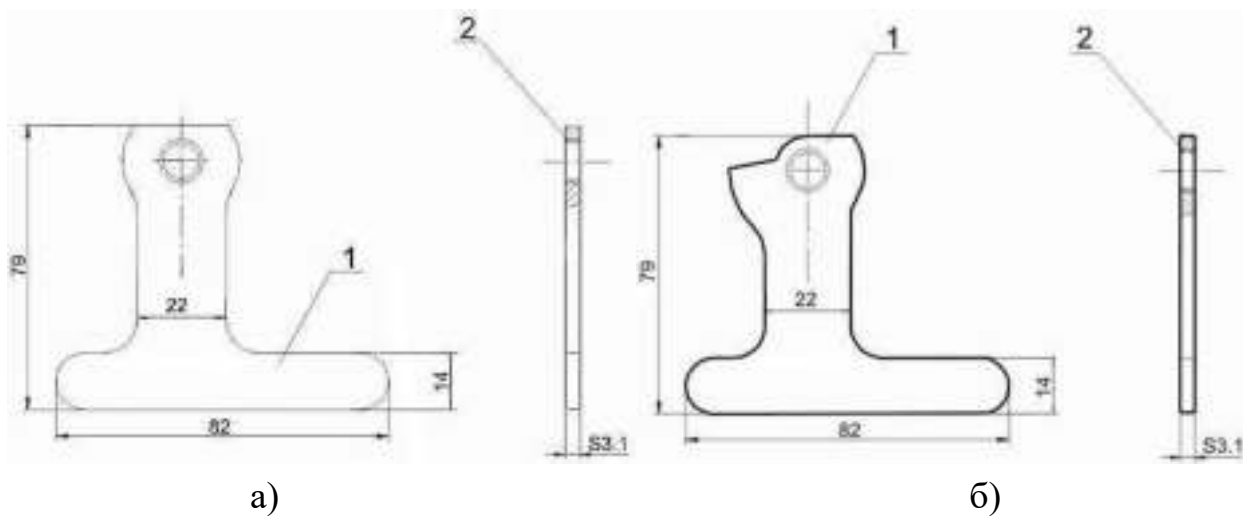


Рисунок 1.30 – Зовнішній вигляд шин на стопу до системних гомілковостопних шарнірів:

- а – шини на стопу до системних гомілковостопних шарнірів із вільним рухом;
- б – шини на стопу до системних гомілковостопних шарнірів однобічної дії (з однією задньою пружиною)

Шини складаються з шини 1 та втулки 2. Шина 1 виконується з нержавіючої сталі завтовшки 3 мм; втулка 2 – з бронзи.

Особливістю конструкції шини на стопу до системних гомілковостопних шарнірів із вільним рухом (рис. 1.30, а) є конфігурація її верхньої частини,

що виконана прямо. Залежно від кутів тильного / підошовного згинання стопи, які необхідно забезпечити, з обох країв верхньої частини шини, від центра під визначеними кутами за допомогою заточувального верстата знімається відповідна кількість металу, забезпечуючи цим рух шини на стопу в гомілковостопному шарнірі.

Особливістю конструкції шини на стопу до системних гомілковостопних шарнірів одnobічної дії (з однією задньою пружиною) (рис. 1.30, б) є конфігурація її верхньої частини, що виконана з пониженням у задній частині у вигляді «полички». Пониження дає змогу повного обсягу регулювання зусиль задньої пружини, забезпечуючи цим силу тильного згинання стопи в ортезі (наприклад, у разі еквінуса). Крім того, передньо-задній горизонтальний нижній виступ на шині на стопу забезпечує більшу міцність і жорсткість ортеза за рахунок конфігурації та надійного з'єднання шини з гільзою стопи ортеза.

Шини на стопу постачаються комплектно. Комплект містить дві шини. Шини на стопу в складі з шарнірами встановлюються з внутрішнього або зовнішнього боку гільз ортезів на нижні кінцівки.

Конструкції шин на стопу (шин-лапок) для системних гомілковостопних шарнірів двобічної дії (з двома пружинами – задньою та передньою)

Шини на стопу до системних гомілковостопних шарнірів двобічної дії (з двома пружинами – задньою та передньою) призначені для використання в системних гомілковостопних шарнірах у виготовленні ортезів на:

- гомілковостопний суглоб-стопу;
- колінний і гомілковостопний суглоби-стопу;
- тазостегновий, колінний і гомілковостопний суглоби-стопу;
- грудний, поперековий відділи хребта, тазостегновий, колінний і гомілковостопний суглоби-стопу.

Зовнішній вигляд шин на стопу до системних гомілковостопних шарнірів наведено на рис. 1.31.

Шини складаються з шини 1, з нанесеною на її боковій поверхні вимірювальною шкалою 2, та втулки 3. Шина 1 виконується з нержавіючої сталі завтовшки 3 мм; втулка 3 – з бронзи. Вимірювальна шкала 2 слугує для візуального контролю кутів тильного / підошовного згинання стопи під час регулювання зусиль пружин шарніра.

Особливістю конструкції шини на стопу до системних гомілковостопних шарнірів двобічної дії (з двома – задньою та передньою пружинами) є конфігурація її верхньої частини, що виконана з пониженням у задній

і передній частинах у вигляді двох «поличок». «Полички» дають змогу повного обсягу регулювання зусиль задньої та передньої пружин, забезпечуючи цим силу тильного / підшовного згинання стопи в ортезі залежно від показань. Особливістю конструкції також є форма шини на стопу у вигляді «вилки». Така форма забезпечує надійне з'єднання шини з гільзою стопи та сприяє підвищенню міцності ортеза загалом.

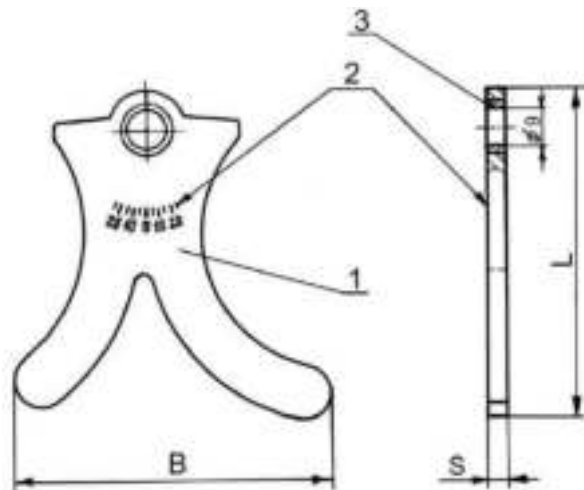


Рисунок 1.31 – Зовнішній вигляд шин на стопу для системних гомілковостопних шарнірів

Шини на стопу постачаються комплектно. Комплект містить дві шини. Шини на стопу в складі із шарнірами встановлюються з внутрішнього або зовнішнього боку гільз ортезів на нижні кінцівки.

На рис. 1.32–1.37 надано ілюстрації комплектувальних виробів до ортезів нижніх кінцівок.



Рисунок 1.32 – Традиційні шини на колінний і гомілковостопний суглоби (на фотографії зліва направо: двохосьова шина на колінний суглоб; замкова шина на колінний суглоб із падаючим замком; гомілковостопний шарнір із вільним рухом)



Рисунок 1.33 – Системні гомілковостопні шарніри з вільним рухом (на фотографії зліва направо: системний шарнір з ланкою на гомілку завширшки 10 мм і прямою шиною на стопу; системний шарнір під ланку на гомілку завширшки 20 мм і прямою шиною на стопу)



Рисунок 1.34 – Комплект системних гомілковостопних шарнірів одnobічної дії (з однією задньою пружиною) з двома ланками гомілки та двома шинами на стопу



Рисунок 1.35 – Комплект системних гомілковостопних шарнірів двобічної дії (з двома – задньою та передньою пружинами) з двома ланками гомілки та двома шинами на стопу



Рисунок 1.36 – Ілюстрація модульного принципу збирання системної шини на колінний суглоб із падаючим замком (на фотографії зліва направо: модуль-колінний шарнір зі з'єднувальними гвинтами; модуль-пряма ланка на стегно; модуль-зігнута ланка на гомілку)



Рисунок 1.37 – Комплект системних шин на колінний суглоб, що містить два одноосьових беззамкових шарніри, двох ланок на стегно та двох ланок на гомілку

Контрольні завдання

1. Перелічіть ортези на нижні кінцівки відповідно до міжнародної класифікації.
2. Наведіть кілька прикладів термінології, що використовується в ортезуванні нижніх кінцівок.
3. Наведіть алгоритм обстеження пацієнта.
4. Наведіть порядок тестування пацієнта на залишкову силу м'язів.

5. Наведіть порядок тестування пацієнта на

- наявність контрактур у великих суглобах нижніх кінцівок;
- наявність рекурвації (перерозгинання) в колінному суглобі;
- наявність укорочення однієї нижньої кінцівки щодо іншої.

6. Перелічіть клінічні цілі консервативного лікування за допомогою ортезів на нижні кінцівки.

7. Перелічіть функціональні вимоги до ортезів на нижні кінцівки.

8. Наведіть схему побудови стандартної конструкції ортеза КАФО і місця розташування на гіпсовій моделі центрів тазостегнових, колінних і гомілковостопних шарнірів.

9. Наведіть приклади призначення ортезів залежно від залишкової сили м'язів нижньої кінцівки пацієнта.

10. Перелічіть основні термопластичні матеріали, що застосовуються у виготовленні ортезів на нижні кінцівки.

11. Перелічіть основні конструкції комплектувальних виробів – шарнірів, шин, що застосовуються в ортезах на нижні кінцівки.

2 БЕЗШАРНІРНІ ОРТЕЗИ НА НИЖНІ КІНЦІВКИ

2.1 Ортези на стопу (устілки) (FO)

Ортез на стопу (FO) – це ортопедичний пристрій, що застосовується для того, щоб:

- вирівняти й підтримати стопу;
- забезпечити профілактику, скорегувати або пристосувати деформації стопи;
- поліпшити загальну функцію стопи.

Ортези на стопу (устілки) призначені для пацієнтів – дітей і дорослих – різної ваги, у яких є вроджені чи набуті деформації та захворювання стоп різної етіології, такі як: плоскостопість, клишоногість, уроджені деформації стопи (вальгусні / варусні), кігтеподібні стопи, діабетичні стопи (стопа Шарко) тощо.

Ортези на стопу мають виконувати такі функції:

- рівномірно розподіляти навантажувальні напруги по всій поверхні стопи;
- побічно знижувати навантаження на гомілковостопний, колінний, тазостегновий суглоби й хребет і зменшувати деформацію в них;
- полегшувати біль у чутливих і болісних ділянках підошви стопи;
- підтримувати всі склепіння стопи;
- забезпечувати полегшення болю в плесновій зоні, викликаного різними причинами;
- знижувати величину, ступінь гіперпронації (вальгуса) стопи, швидкість її збільшення під час ходьби та бігу;
- покращувати регулювання положення стопи;
- пристосовувати вроджені чи набуті аномалії стопи;
- бути доповненням до ортезів на гомілковостопний суглоб-стопу (AFO);
- вирівнювати довжину нижніх кінцівок у разі її невідповідності;
- компенсувати незначну невідповідність довжини кінцівок;
- обмежувати рух і навантажувальні напруги у хворобливих суглобах стопи;
- мінімізувати тиск і роздратування від зовнішніх (взуття) і внутрішніх (кісткові виступи) джерел [24].

Класифікація ортезів на стопу

Ортези на стопу можна класифікувати за їхньою довжиною та внутрішньою жорсткістю.

Відповідно до загальної довжини, виокремлюють чотири групи ортезів на стопу:

– плеснова довжина – устілка закінчується проксимально щодо голівок плеснових кісток;

– довжина до пальцевої борозни – устілка доходить до міжпальцевих проміжків пальців ноги;

– довжина Мортонна – устілка в ділянці великого пальця доходить до його кінчика (повна довжина), а в ділянці інших пальців – до міжпальцевих проміжків;

– повна довжина – устілка доходить до кінчиків усіх пальців ніг.

На рис. 2.1 зображені чотири основних типи ортезів на стопу залежно від їхньої довжини.

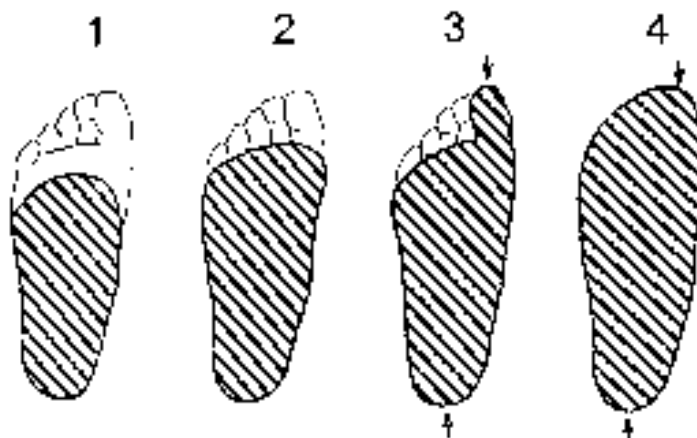


Рисунок 2.1 – Типи ортезів на стопу залежно від їхньої довжини:

1 – плеснова довжина; 2 – довжина до пальцевої борозни;

3 – довжина Мортонна; 4 – повна довжина

За внутрішньою жорсткістю ортези на стопу поділяються на:

– жорсткі – устілки, виготовлені з нержавіючої сталі, пластмаси чи акрилових смол. Жорсткі ортези звичайно мають плеснову довжину;

– напівжорсткі – устілки, виготовлені з комбінації матеріалів різної жорсткості, наприклад, зі шкіри й натуральної пробки. Напівжорсткі ортези звичайно мають довжину трьох видів: до пальцевої борозни, довжину Мортонна, повну довжину;

– м'які – устілки, виготовлені з педилену, пластазоту, спіненого поліуретану, спіненого вінілхлориду чи латексної пінорезини, силікону. М'які ортези звичайно мають повну довжину [24].

Найпоширеніший вид устілок – це м'які устілки. Тому розглянемо конструкцію та технологічні етапи виготовлення саме м'яких устілок.

Наведемо приклад виготовлення індивідуальної двошарової м'якої устілки для діабетичної стопи (стопа Шарко), розробленої в УкрНДІпротезування та захищеної патентом на винахід України.

Особливістю конструкції устілки (*патент на винахід України № 89595 «Спосіб виготовлення ортопедичних устілок»*) є наявність двох шарів – верхнього, більш м'якого (пластазоту завтовшки 12 мм), який безпосередньо контактує зі стопою пацієнта, і нижнього, більш жорсткого (педилену завтовшки 10 мм) [25]. Завдяки поєднанню двох шарів різної жорсткості пружні властивості устілки та її термін служби значно збільшуються, оскільки устілка ніколи повністю не деформується. Це відбувається через те, що коли під навантаженням повністю деформується верхній шар (пластазот), то починає стискатися нижній шар (педилен), зберігаючи таким чином пружні властивості устілки. Зовнішній вигляд устілок поданий на рис. 2.2.

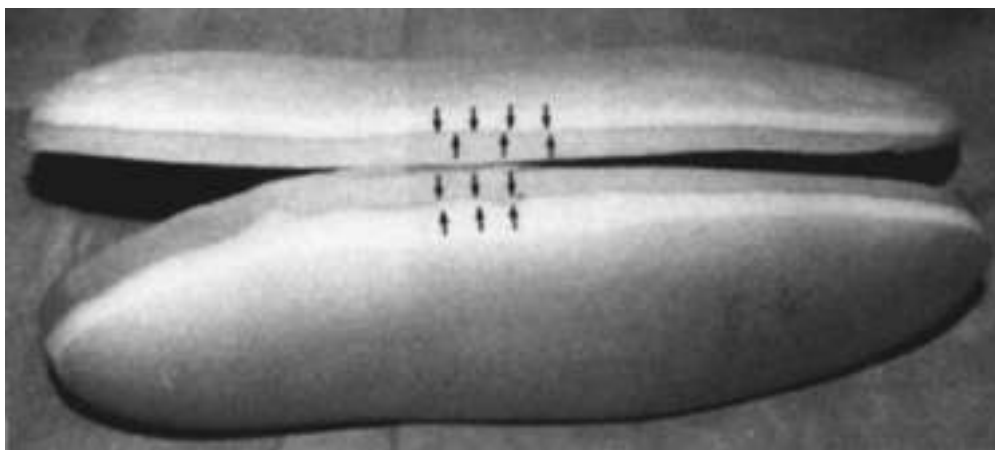


Рисунок 2.2 – Зовнішній вигляд індивідуальних двошарових м'яких устілок із пластазоту та педилену

Основні технологічні операції виготовлення індивідуальної устілки:

- огляд пацієнта та призначення устілки;
- розмічення та зняття мірок зі стопи нижньої кінцівки;
- виготовлення гіпсового негатива стопи нижньої кінцівки;
- виготовлення гіпсової моделі стопи нижньої кінцівки;
- виготовлення двошарової м'якої устілки;
- попереднє примірювання устілки та її корегування;
- остаточне підганяння устілки;
- примірювання та видача устілки пацієнтові.

Для кращого розуміння розглянемо більш докладно технологічну операцію з виготовлення устілки:

1. Установити гіпсову модель у підставку для моделей вертикально.
2. Розмітити на моделі контури устілки (верхній край устілки рекомендується розташовувати на 0,5–1 см вище за підошовну поверхню стопи по всьому периметру стопи).
3. Визначити й записати розміри листової заготовки першого шару устілки.
4. Розмітити на листі пласозоту 617S7=12 контури заготовки устілки.
5. Різати листову заготовку першого шару устілки (далі – заготовка) з листа пласозоту за розміткою.
6. Покласти заготовку в термостіл і обробити за умови температури 110 °С протягом 3 хв.
7. Витягти розігріту заготовку з термостолу та накласти її на модель, відформовуючи таким чином, щоб заготовка повністю відтворила форму стопи за розміченим контуром.
8. Охолодити заготовку на моделі до кімнатної температури, утримуючи її руками.
9. Зняти заготовку з моделі; розмітити на заготовці контури обрізки та обрізати за розміченим контуром.
10. Надіти знову заготовку на гіпсову модель.
11. Визначити й записати розміри листової заготовки другого шару устілки (далі – заготовка).
12. Розмітити на листі педилену контури заготовки.
13. Різати заготовку з листа педилену за розміткою.
14. Виконати п.п. 6–9 для заготовки другого шару устілки з педилену.
15. Розмітити положення заготовки з педилену щодо заготовки з пласозоту на моделі.
16. Склеїти обидві заготовки між собою, орієнтуючись за розміткою.
17. Обробити устілку.

Наведемо кілька прикладів із видами устілок.



Рисунок 2.3 – Індивідуальна жорстка устілка з металу плеснової довжини



Рисунок 2.4 – Індивідуальні напівжорсткі устілки зі шкіри й натуральної пробки, що мають повну довжину

2.2 Безшарнірні ортези на гомілковостопний суглоб-стопу (AFO)

Ортези на гомілковостопний суглоб-стопу безшарнірні – одна з конструкцій, яка найбільш часто застосовується в ортезуванні нижніх кінцівок дітей і дорослих. Розглянемо основні характеристики цих ортезів.

Ортези на гомілковостопний суглоб-стопу безшарнірні (*патент на винахід України № 97759 «Ортез на гомілковостопний суглоб і стопу»*) призначаються хворим різних вагових категорій, до 100 кг, якщо залишкова сила м'язів нижніх кінцівок за шкалою Янда не менша за такі показники:

- м'язи-згиначі стегна – 4–5 балів;
- м'язи-розгиначі стегна – 4–5 балів;
- м'язи-згиначі коліна – 4–5 балів;
- м'язи-розгиначі коліна – 4–5 балів;
- м'язи, які піднімають стопу – 0–2 бали;
- м'язи, які опускають стопу – 0–2 бали (для лінії обрізки С, рис. 2.6);
- залишкова сила м'язів, що опускають стопу – 4–5 балів [26].

Вони призначаються для фіксування та підтримки нижньої кінцівки у визначеному положенні за умови різних форм її деформацій, ураженні м'язів різного ступеня внаслідок травматичних і дегенеративних артрозів III–IV ступенів, синдромі перенесеного поліомієліту, ДЦП, травм хребта та спинного мозку тощо. Крім того, ці ортези можуть застосовуватися як тимчасовий підтримувальний (фіксувальний) засіб після оперативного втручання на нижній кінцівці або як тютори для сну (здебільшого для дітей).

Безшарнірні ортези на гомілковостопний суглоб-стопу мають виконувати такі функції:

- забезпечувати надійну фіксацію нижніх кінцівок;
- забезпечувати корекцію деформацій;

- забезпечувати компенсацію ослаблених м'язів;
- забезпечувати опороздатність під час стояння та ходьби;
- забезпечувати управління нижніми кінцівками під час ходьби;
- забезпечувати легке надягання та знімання ортезів у положенні пацієнта сидячіта лежачи.

Загальний вигляд безшарнірного ортеза на гомілковостопний суглоб-стопу наведено на рис. 2.5.

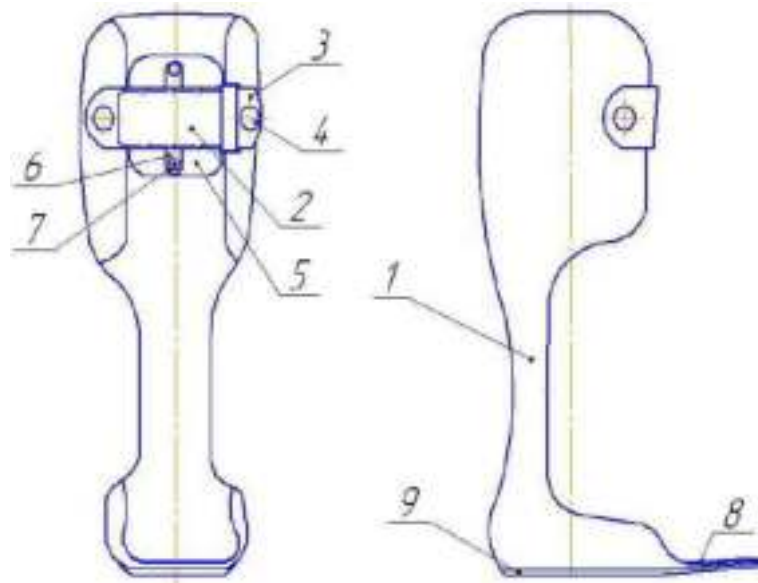


Рисунок 2.5 – Загальний вигляд безшарнірного ортеза на гомілковостопний суглоб-стопу

Ортез складається з цільної гільзи на гомілку-стопу 1, що фіксується на кінцівці за допомогою елементів кріплення 2, 3, що приєднуються до гільзи ортеза за допомогою заклепок порожнистих «холнітен» 4. Для усунення надмірного тиску на м'язи нижньої кінцівки на елемент кріплення 2 встановлено пом'якшувальний вкладиш із педилену 5 з фіксатором 6, закріпленим до нього заклепками порожнистими «холнітен» 7. Для забезпечення зменшення тиску від гільзи ортеза та запобігання ковзання стопи пацієнта під час ходьби в гільзу гомілка-стопа 1 вклеєна м'яка вкладка з педилену 8. Для забезпечення можливості пересування без взуття на зовнішню поверхню стопи ортеза приклеєно підошву з мікропористої гуми 9.

Цільна гільза на гомілку-стопу 1 може виготовлятися з двох типів термопластичних матеріалів різної жорсткості та товщини – поліпропілену або поліетилену [20; 26; 27].

Особливістю конструкції ортеза є можливість, залежно до показань, змінювати конструкцію (обрізку) цільної гільзи на гомілку-стопу. Рухами

стопи можна управляти залежно від того, для чого призначений ортез. Він збільшує стабільність гомілковостопного й піднадп'яtkового суглобів та впливає на керування рухом у колінному суглобі внаслідок регулювання положення стопи. На колінний суглоб із надлишковим розгинанням можна позитивно впливати, перешкоджаючи підошовному згинанню (*розробка УкрНДІпротезування*) [20; 27].

На рис. 2.6 зображені чотири можливі лінії обрізки цільної гільзи на гомілку-стопу:

– лінія обрізки А (щиколотки закриті) – забезпечує найбільшу стабільність гомілковостопного суглоба;

– лінія обрізки В (щиколотки трохи відкриті) – забезпечує середню стабільність гомілковостопного суглоба й відносну гнучкість;

– лінія обрізки С (щиколотки повністю відкриті) – забезпечує гнучкість у гомілковостопному суглобі;

– лінія обрізки D ілюструє біомеханічну триточкову систему прикладання зусилля для забезпечення управління рухом у разі спастичного геміпарезу.

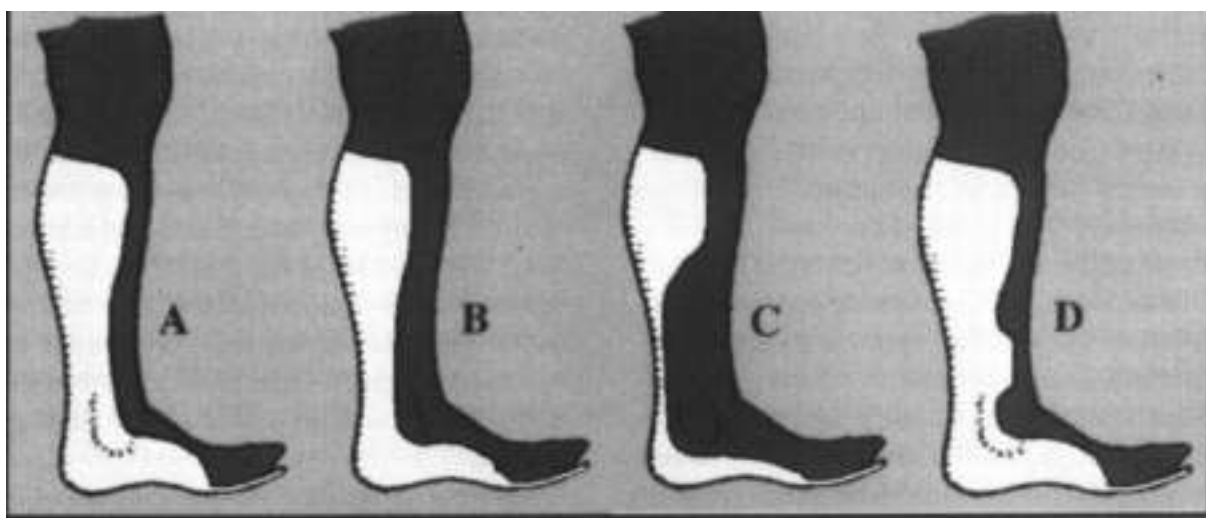


Рисунок 2.6 – Варіанти можливих ліній обрізки цільної гільзи на гомілку-стопу

Основні технологічні операції виготовлення ортеза:

- огляд пацієнта та призначення ортеза;
- розмічення та зняття мірок із нижньої кінцівки пацієнта;
- виготовлення гіпсового негатива нижньої кінцівки;
- виготовлення гіпсової моделі нижньої кінцівки;
- виготовлення м'якої вкладки на гомілку-стопу по гіпсовій моделі;
- виготовлення цільної гільзи ортеза;
- розмічення, обрізання та оброблення цільної гільзи на гомілку-стопу та м'якої вкладки;

- виготовлення підошви з мікропористої гуми; оброблення підошви та її приєднання до ортеза;
- виготовлення елементів кріплення та встановлення їх на ортез;
- складання ортеза до попереднього примірювання;
- попереднє примірювання ортеза;
- підганяння й остаточне складання ортеза;
- повторне примірювання ортеза.
- примірювання та видача ортеза пацієнтові.

Виготовлення ортеза за наведеною технологією дає змогу диференційно підходити до його конструкції в кожному конкретному випадку, підбираючи конструкцію ортеза залежно від стану м'язів гомілки нижньої кінцівки та її деформації. Використання в технології таких матеріалів як поліпропілен або поліетилен дозволяє отримувати стабільні й жорсткі гільзи з урахуванням ваги тіла, деформацій кінцівки та активності пацієнта. Установлення м'якої вкладки з педилену в середину ортеза надає більшу комфортність та запобігає ковзанню стопи пацієнта під час ходьби.

На рис. 2.7–2.8 наведено приклади застосування безшарнірних ортезів на гомілковостопний суглоб-стопу в клініці УкрНДІпротезування.



Рисунок 2.7 – Дитина в правому безшарнірному ортезі на гомілковостопний суглоб-стопу з повністю відкритими щиколотками (обрізка С, рис. 2.6) (зверніть увагу: пацієнтка користується ортезом без взуття; для цього на ортез наклеєна підошва)



Рисунок 2.8 – Доросла пацієнтка у двох безшарнірних ортезах на гомілковостопний суглоб-стопу з повністю закритими щиколотками (обрізка А, рис. 2.6) (зверніть увагу: пацієнтка користується ортезами, підігнаними у взуття)

Розглянемо кілька модифікацій безшарнірних ортезів на гомілковостопний суглоб-стопу з цільною гільзою на гомілку-стопу.

Безшарнірний ортез на гомілковостопний суглоб-стопу з динамічною плоскою пружиною

Безшарнірні ортези на гомілковостопний суглоб-стопу з повністю відкритими щиколотками (обрізка С, рис. 2.6) через «утому» термопластичного матеріалу мають нетривалий термін експлуатації. Для усунення цього недоліку в УкрНДІпротезування розроблено безшарнірний ортез з так званою динамічною (пласкою) пружиною.

Безшарнірний ортез на гомілковостопний суглоб-стопу з динамічною плоскою пружиною призначається хворим вагою до 100 кг, якщо залишкова сила м'язів нижніх кінцівок за шкалою Янда не менша за такі показники:

- м'язи-згиначі стегна – 4–5 балів;
- м'язи-розгиначі бсиєгна – 4–5 балів;
- м'язи-згиначі коліна – 4–5 балів;
- м'язи-розгиначі коліна – 4–5 балів;

- м'язи, які піднімають стопу – 0–2 бали;
- м'язи, які опускають стопу – 4–5 балів.

Призначається для фіксування, коригування та підтримування стопи в разі її патологічної установки (еквінусу) під час ходьби, різних форм деформацій ураженої нижньої кінцівки, які корегуються, а також за умови враження м'язів.

Ортези мають виконувати такі функції:

- забезпечувати нейтральне положення стопи (90° щодо гомілки) у фазу переносу ураженої нижньої кінцівки;
- забезпечувати управління нижніми кінцівками під час ходьби;
- забезпечувати надійну фіксацію нижніх кінцівок;
- забезпечувати корекцію деформацій;
- забезпечувати компенсацію ослаблених м'язів;
- забезпечувати опороздатність під час стояння та ходьби.

Загальний вигляд безшарнірного ортеза на гомілковостопний суглоб-стопу з динамічною (пласкою) пружиною зображений на рис. 2.9.

Цільна гільза на гомілку-стопу 1 та динамічна пружина 2 виготовляються з термопластичного матеріалу – поліпропілену завтовшки 4 мм або 5 мм залежно від ваги пацієнта.

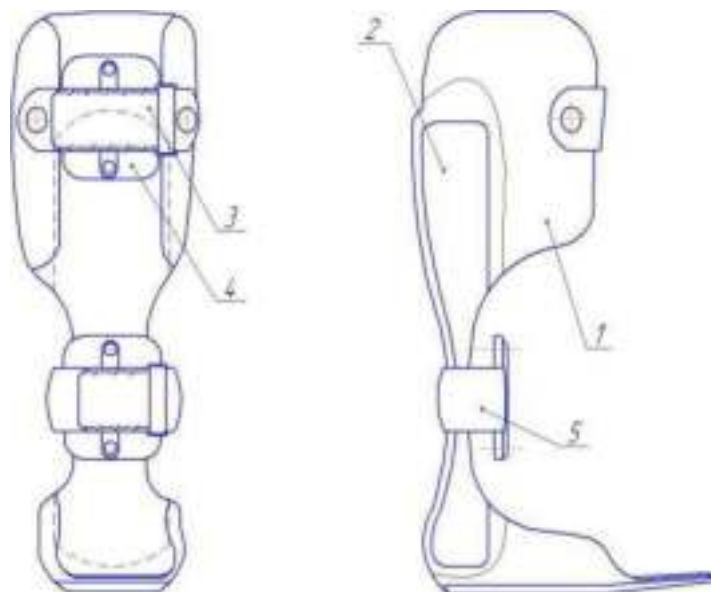


Рисунок 2.9 – Загальний вигляд безшарнірного ортеза на гомілковостопний суглоб-стопу (з динамічною пружиною):

- 1 – цільна гільза на гомілку-стопу; 2 – динамічна пружина;
- 3 – елемент кріплення в ділянці проксимального відділу гомілки; 4 – клапани на кріплення; 5 – циркулярне кріплення в ділянці дистального відділу гомілки

Особливістю конструкції ортеза є:

– наявність динамічної плоскої пружини, завдяки якій забезпечується рух у гомілковостопному суглобі (здебільшого тильне згинання стопи). Крім цього, значно збільшується термін експлуатації ортеза;

– плоска за конфігурацією пружина, на відміну від пружини, яка повторює задній відносно напівкруглий контур гомілки-стопи, значно краще працює на циклічні згинальні навантаження в сагітальній площині (ходьба пацієнта), суттєво збільшуючи таким чином термін служби ортеза.

Основні технологічні операції виготовлення ортеза, як правило, аналогічні операціям із виготовлення безшарнірного ортеза на гомілковостопний суглоб-стопу.

Різниця полягає в такому:

1. У виготовленні гіпсової моделі необхідно сформувати на її задній поверхні прямокутну ділянку під динамічну пружину, відступивши від підошовної поверхні стопи 1–2 см. Розміри ділянки такі: ширина 4–5 см залежно від розмірів гіпсової моделі, висота має становити приблизно $2/3$ висоти гіпсової моделі.

2. У разі термоформування цільної гільзи ортеза необхідно здійснити «зварювання» заготовки пружини із заготовкою гільзи ортеза безпосередньо в термоплиті. Для цього перед закладанням заготовок у термоплиту потрібно на заготовці гільзи ортеза розмітити приблизне розташування пружини. Далі, після термооброблення, необхідно накласти заготовку пружини на заготовку гільзи ортеза, орієнтуючись за розміткою, тримати протягом 1–2 хв і покласти загальну заготовку на гіпсову модель так, щоб «зварена» з гільзою ортеза пружина збіглася з розміченим контуром на гіпсовій моделі. Отже, отримуємо плоску пружину завтовшки 8–9 мм, що добре працює на вигин і має великий запас міцності.

Безшарнірні ортези на гомілковостопний суглоб-стопу з регулюванням відведення переднього відділу стопи [28]

Безшарнірний ортез на гомілковостопний суглоб-стопу з регулюванням відведення переднього відділу стопи, *розроблений співробітниками УкрНДІпротезування* в межах виконання наукової тематики, призначається пацієнтам раннього дитячого віку вагою до 15 кг для корекції переднього відділу стопи, яка деформована внаслідок вродженої або набутої клишоногості, а також у разі серпоподібної стопи.

Ортези мають виконувати такі функції:

- регулювати відведення переднього відділу стопи;
- забезпечувати надійну фіксацію нижніх кінцівок;
- забезпечувати управління нижніми кінцівками під час ходьби;
- забезпечувати легке надягання та знімання ортезів у положенні пацієнта сидячи лежачи.

Загальний вигляд ортеза зображений на рис. 2.10.

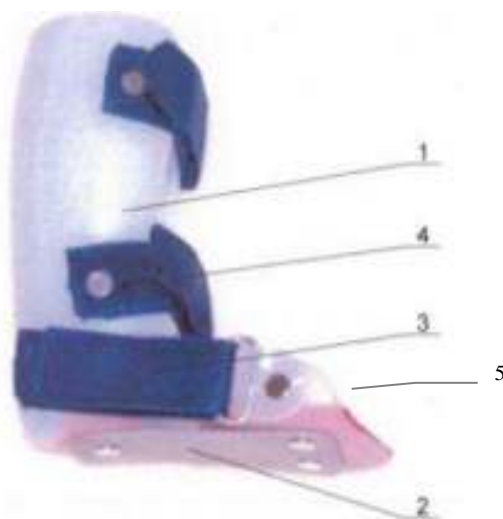


Рисунок 2.10 – Загальний вигляд безшарнірного ортеза на гомілковостопний суглоб-стопу з регулюванням відведення переднього відділу стопи

Ортез складається з цільної гільзи на гомілку-стопу 1, з'єднувальної пластини 2, коригувальногокріплення 3, елементів кріплення 4 для фіксації ортеза на нижній кінцівці та гільзи на передній відділ стопи 5.

Цільна гільза на гомілку-стопу 1 та гільза на передній відділ стопи 5 виготовляються з термопластичного матеріалу – поліетилену.

Особливістю конструкції ортеза є наявність з'єднувальної пластини 2, коригувальногокріплення 3 та гільзи на передній відділ стопи 5, завдяки якій забезпечується плавне регулювання відведення переднього відділу стопи залежно від показань.

Основні технологічні операції виготовлення ортеза, як правило, аналогічні операціям із виготовлення безшарнірного ортеза на гомілковостопний суглоб-стопу.

Відведення переднього відділу стопи за допомогою ортеза здійснюють таким чином:

- фіксують ортез на нижній кінцівці за допомогою елементів кріплення 4;

- відповідно до показань відводять передній відділ стопи пацієнта на певний кут за допомогою гільзи, яка обертається на осі пластини 2;
- фіксують коригувальне кріплення 3.

Основні технологічні операції виготовлення ортеза найчастіше аналогічні операціям із виготовлення безшарнірного ортеза на гомілковостопний суглоб-стопу.

Динамічні безшарнірні ортези на гомілковостопний суглоб-стопу (DAFO)

Динамічні безшарнірні ортези на гомілковостопний суглоб-стопу призначається дітям вагою до 30 кг із ДЦП, з відносною стабільністю стоп, але з невеликою рухомістю суглобів і сильним гіпертонусом паретичних м'язів нижніх кінцівок.

Ортези мають:

- забезпечувати гнучкість у гомілковостопному та плесно-фаланговому суглобах;
- виправляти спастичну «кінську» стопу або клишоногість;
- поліпшувати проблеми рівноваги й певною мірою компенсувати обмеження руху;
- забезпечувати медіалатеральну підтримку в гомілковостопному суглобі з незначним обмеженням тильного й підошовного згинання стопи;
- знижувати (за можливості) тонус паретичних м'язів нижніх кінцівок.

Загальний вигляд ортеза зображений на рис. 2.11.



Рисунок 2.11 – Загальний вигляд динамічних безшарнірних ортезів на гомілковостопний суглоб-стопу на праву та ліву нижні кінцівки (зверніть увагу на передній відділ стоп обох ортезів: для зниження тонусу паретичних м'язів наклеєні пелоти з педилену)

Особливістю конструкції ортеза є форма гільзи, що має низьку верхню обрізку (трохи вище від щиколоток) з U-подібним заднім вирізом і повністю охоплює стопу (знизу, зверху, з обох боків і ззаду).

Динамічні ортези, які охоплюють гомілковостопний суглоб трохи вище від щиколоток, виготовляються з поліпропілену незначної товщини (2 мм). Вони дозволяють знизити тонус паретичних м'язів шляхом фіксації стопи, укорочення важеля гомілки настільки, щоб проксимально ортез досягав щиколоток гомілковостопного суглоба. Зниженню тонузу сприяє ретельне формування на гіпсовій моделі опорної основи стопи. Велика поверхня прилягання ортеза до стопи також призводить до зниження тонузу. Щоб збільшити ефект зниження тонузу, пальці стопи в ортезі розміщуються вище на підпальцевий пелот – так званий «трамплінчик».

Основні технологічні операції виготовлення ортеза здебільшого аналогічні операціям із виготовлення безшарнірного ортеза на гомілковостопний суглоб-стопу.

Принципи зниження тонузу паретичних м'язів, які рекомендується використовувати у виготовленні безшарнірних ортезів на гомілковостопний суглоб-стопу:

- збільшення тиску по плесновому склепінню;
- збільшення тиску по малогомілковому склепінню;
- розвантаження під головками плеснових кісток;
- забезпечення тильного згинання пальців стопи;
- управління проксимальною частиною п'яти в ділянках медіальних (внутрішніх) і латеральних (зовнішніх) до ахіллового сухожилля;
- забезпечення розвантаження під підошовною поверхнею п'яткової кістки;
- забезпечення підтримки в ділянці опори таранної кістки щодо п'яткової кістки.

Безшарнірні ортези на гомілковостопний суглоб-стопу з готовою типорозмірною карбоновою пружиною

Безшарнірні ортези на гомілковостопний суглоб-стопу з готовою типорозмірною карбоновою пружиною, розроблені співробітниками УкрНДІпротезування в процесі виконання наукової тематики, призначаються пацієнтам (дітям і дорослим) різних вагових категорій (від 10 кг до 100 кг), нормальної та високої активності, якщо залишкова сила м'язів нижніх кінцівок за шкалою Янда не менша за такі показники:

- м'язи-згиначі стегна – 4–5 балів;

- м'язи-розгиначі стегна – 4–5 балів;
- м'язи-згиначі коліна – 4–5 балів;
- м'язи-розгиначі коліна – 4–5 балів;
- м'язи, які піднімають стопу – 0–2 бали;
- м'язи, які опускають стопу – 4–5 балів.

Призначаються для коригування, фіксування та підтримування стопи в разі її патологічної установки (еквінусу) під час ходьби; різних форм деформацій ураженої нижньої кінцівки (які виводяться) та ураженні м'язів, що відповідають за згинання та розгинання колінного суглоба (за певних умов), які є наслідками нейро-м'язових захворювань або травматичних ушкоджень.

Ортези мають виконувати такі функції:

- забезпечувати нейтральне положення стопи (90° щодо гомілки) у фазу переносу ураженої нижньої кінцівки;
- забезпечувати управління нижніми кінцівками під час ходьби;
- забезпечувати надійну фіксацію нижніх кінцівок;
- забезпечувати корекцію деформацій;
- забезпечувати компенсацію ослаблених м'язів;
- забезпечувати опороздатність під час стояння та ходьби.

Загальний вигляд безшарнірного ортеза на гомілковостопний суглоб-стопу з типорозмірною готовою карбоновою пружиною зображений на рис. 2.12.

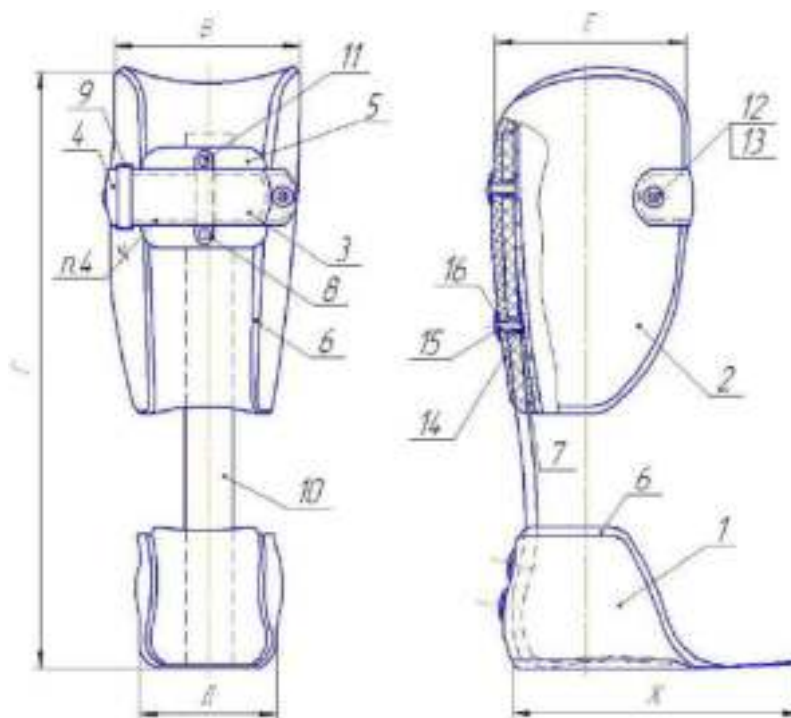


Рисунок 2.12 – Загальний вигляд безшарнірного ортеза на гомілковостопний суглоб-стопу з типорозмірною готовою карбоновою пружиною

Ортез складається з гільзи стопи 1 і гомілки 2, виготовлених за технологією вакуумно-термоформування з поліпропілену, кріплення 3 із петлею 4 з рамкою 9, м'якого клапана з педилену 5, на якому за допомогою двох заклепок «хольнітен» 11 закріплений фіксатор 8, готової карбонової пружини 10, яка прикріплюється до гільз ортеза за допомогою гайок 14, гвинтів 15 та шайб-розеток 16. Кріплення 3 і петля 4 з рамкою 9 приєднуються до гільзи гомілки 2 за допомогою гвинтів 12 та гайок 13. Щоб спростити підганяння карбонової пружини 10 щодо гільз стопи 1 і гомілки 2, на неї з внутрішнього боку наклеюється м'яка компенсувальна підставка 7. Для більш комфортного користування в ортезі передбачений м'який вкладиш із педилену 6.

Особливістю конструкції ортеза є те, що в ньому використовується типорозмірна готова карбонова пружина 17CF1 фірми *Otto Bock* (Німеччина), яка підбирається з урахуванням ваги пацієнта та рівня його активності, і завдяки якій ходьба пацієнта в ортезі здійснюється гармонійно та фізіологічно правильно.

Основні технологічні операції виготовлення ортеза:

- огляд пацієнта, розмічення та зняття мірок із нижньої кінцівки;
 - виготовлення гіпсового негатива;
 - виготовлення гіпсової моделі нижньої кінцівки;
 - виготовлення м'якого вкладиша з педилену 6 мм;
 - виготовлення на гіпсовій моделі ділянки під карбонову пружину;
 - виготовлення індивідуальної гільзи ортеза з поліпропілену;
 - розмічення контурів гільз ортеза; обрізання гільзи та її оброблення;
- попереднє складання ортеза;
- виготовлення елементів кріплення та встановлення їх на гільзу гомілки;
 - виготовлення компенсаційної підошви під стопу з педилену 10 мм;
 - попереднє примірювання ортеза та його корегування;
 - остаточне складання ортеза;
 - примірювання та видача ортеза пацієнтові [20; 26; 27; 28].

На рис. 2.13–2.14 наведено приклад ортеза та його застосування.

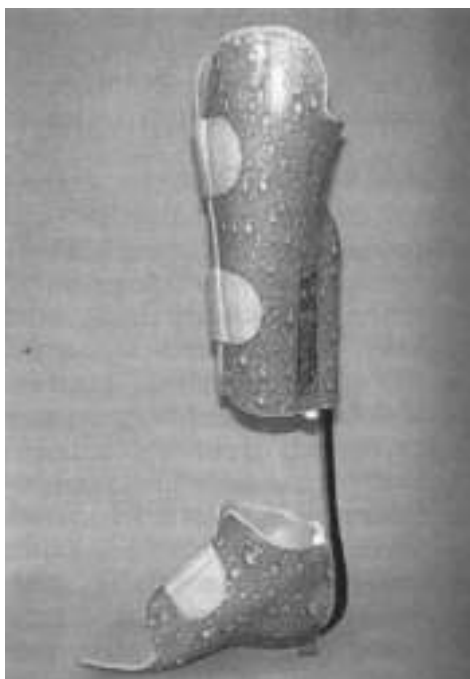


Рисунок 2.13 – Вигляд безшарнірного ортеза на гомілковостопний суглоб-стопу з типорозмірною готовою карбоновою пружиною (зверніть увагу на високі бічні «вуха» ортеза: така конструкція гільзи зроблена для запобігання згинання колінного суглоба у фазу опори та підвищення його стабільності у фронтальній площині (наприклад, у разі медіолатеральної нестабільності колінного суглоба).

Гільза стопи виконана за принципами динамічного ортеза DAFO (з метою поліпшити керованість ортезом під час ходьби)



Рисунок 2.14 – Дитина у двох ортезах під час гри (зверніть увагу на зовнішній вигляд карбонової пружини, завдяки властивостям якої мобільність пацієнта в ортезах значно підвищується)

2.3 Безшарнірні ортези на гомілковостопний суглоб-стопу з реакцією у фазу опори (GRAFO)

Ортези АFO можуть мати плечі важелів достатньої величини, щоб повністю управляти гомілковостопним комплексом і побічно впливати на колінний суглоб. На сьогодні в провідних країнах світу досить успішно застосовуються конструкції АFO з функцією «управління рухом». Ці ортези часто називають АFO з керуванням силами реакції опори, тому що розпрямлена жорстка секція носка сприяє виникненню моменту розгинання в колінному суглобі в середину фази опори, і тому перешкоджає згинанню гомілки через слабкість литкового й камбалоподібного м'язів. Така дія ортеза добре ілюструє один із важливих принципів консервативного лікування за допомогою ортезів: ортез на гомілковостопний суглоб-стопу може побічно впливати на проксимальні відділи тіла, забезпечуючи лікувальний ефект. За умови певних медичних показань ортези на гомілковостопний суглоб-стопу з реакцією у фазу опори можна розглядати як альтернативу більш важким, трудомістким і некосметичним ортезам на колінний і гомілковостопний суглоби-стопу (КАFO) [29].

Ортези на гомілковостопний суглоб-стопу з реакцією у фазу опори (*патент на винахід України № 120206 «Ортез на нижню кінцівку»*)[29; 30] доцільно призначати пацієнтам, якщо залишкова сила м'язів нижніх кінцівок за шкалою Янда не менша за такі показники:

- м'язи-згиначі стегна – 4–5 балів;
- м'язи-розгиначі стегна – 4–5 балів;
- м'язи-згиначі коліна – 0–2 бали;
- м'язи-розгиначі коліна – 0–2 бали;
- м'язи, які піднімають стопу – 0–2 бали;
- м'язи, які опускають стопу – 0–2 бали;

і коли в пацієнтів паралізований комплекс, «гомілковостопний суглоб-стопа», але чотириголові м'язи стегна добре функціонують і рівновагу не порушено. Зважаючи на ці міркування, показаннями до призначення ортезів є патологічний стан нижньої кінцівки, коли пацієнт не може самостійно замикати (фіксувати) колінний суглоб у момент фази опори. Такі патології нижніх кінцівок є наслідком важких неврологічних захворювань, а саме: інсульту, поліомієліту, спинально-м'язової атрофії, спинномозкової грижі (*spina bifida*), ДЦП тощо.

Біомеханічний принцип дії ортезів на гомілковостопний суглоб-стопу з реакцією у фазу опори такий (рис. 2.15): у кінці фази опори розпрямлений носковий відділ стопи ортеза контактує з опорою і створює момент розгинання в колінному суглобі завдяки охопленню коліна спереду.

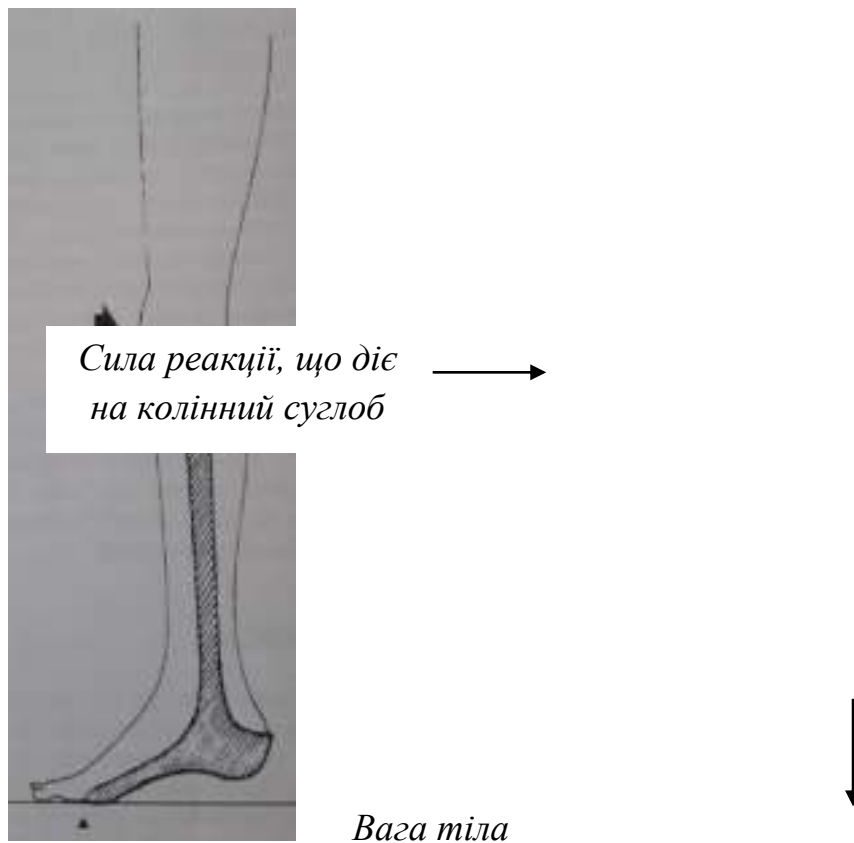


Рисунок 2.15 – Біомеханічний принцип дії ортеза з реакцією у фазу опори

Ортези на гомілковостопний суглоб-стопу з реакцією в фазу опори мають виконувати такі функції:

- розпрямляти колінний суглоб у фазу опори;
- забезпечувати управління нижньою кінцівкою під час ходьби;
- забезпечувати надійну фіксацію нижньої кінцівки;
- забезпечувати змогу одночасного застосування інших методів лікування та реабілітації (лікувальна фізкультура, масаж тощо) [28; 29].

Зовнішній вигляд ортеза на гомілковостопний суглоб-стопу з реакцією в фазу опори зображений на рис. 2.16.

Ортез складається з індивідуальної гільзи гомілки зі стопою 1 та переднього клапан 2. Ортез фіксується на нижній кінцівці пацієнта за допомогою циркулярного кріплення 3 та стандартних кріплень 4. Для підвищення комфортності під час експлуатації ортеза на кріплення 4 встановлені м'які клапани 5. Для збільшення жорсткості гільзи гомілки зі стопою 1 на її задній поверхні є елемент підсилення 6. З метою зниження тиску на колінний суглоб у передньому клапані 2 розташований пом'якшувальний пелот 7. Передній клапан 2 приєднаний до гільзи гомілки зі стопою 1 за допомогою двох осей 8. Елементи кріплення 3, 4 приєднані до гільзи гомілки зі стопою 1 за допомогою заклепок «холнітен» 9.

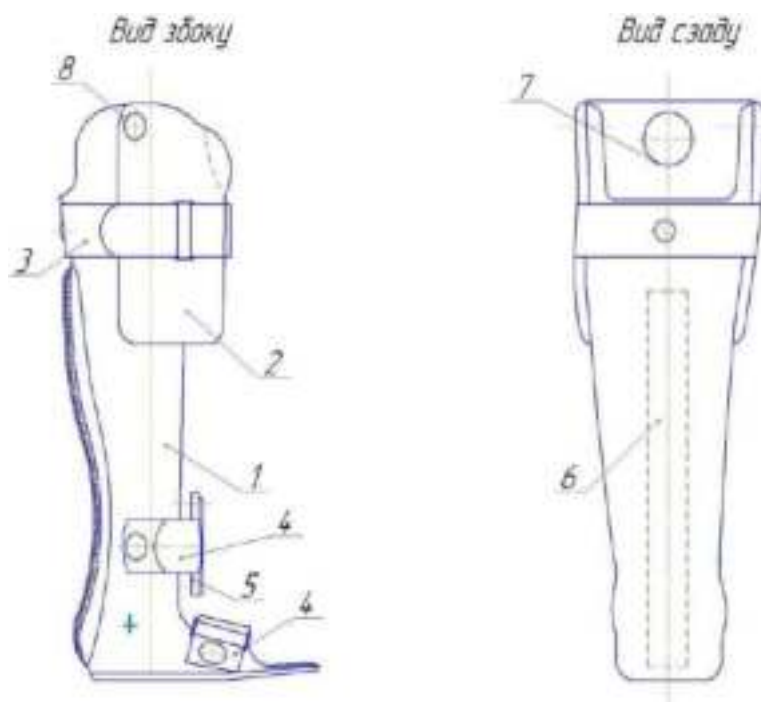


Рисунок 2.16 – Зовнішній вигляд ортеза на гомілковостопний суглоб-стопу з реакцією у фазу опори з переднім відкидним клапаном

Особливістю конструкції ортеза є застосування переднього клапана, який жорстко фіксує колінний суглоб по передній поверхні. Завдяки наявності переднього клапана й відсутності руху в гомілковостопному суглобі ортез фіксує колінний суглоб у положенні розгинання у фазу опори. Незначне тильне згинання стопи 2° – 4° забезпечує пацієнтові більш зручну й комфортну ходьбу.

Гільза гомілки зі стопою 1 та елемент підсилення 6 виготовляються з термопластичного матеріалу – поліпропілену. Передній клапан 2 – з поліетилену.

Виготовлення ортеза на гомілковостопний суглоб-стопу з реакцією у фазу опори здійснюється в такій послідовності технологічних операцій:

- обстеження пацієнта; визначення показань щодо призначення ортеза;
- розмічення та зняття мірок із нижньої кінцівки;
- виготовлення гіпсового негатива нижньої кінцівки;
- виготовлення гіпсової моделі нижньої кінцівки;
- виготовлення гільзи гомілки зі стопою з поліпропілену;
- виготовлення переднього клапана з поліетилену;
- розмічення, обрізання, оброблення гільзи гомілки зі стопою та переднього клапана;
- виготовлення елементів кріплення та встановлення їх на ортез;
- виготовлення м'яких клапанів на кріплення ортеза;
- попереднє примірювання ортеза;

- підганяння й остаточне складання ортеза;
- примірювання та видача ортеза [28; 29; 30].

Нижче наведено ілюстрацію ортезів із реакцією у фазу опори та пацієнтів у цих ортезах.



Рисунок 2.17 – Ортези на гомілковостопний суглоб-стопу із поліпропілену з реакцією у фазу опори



Рисунок 2.18 – Пацієнтка УкрНДІпротезування, яка перенесла поліомієліт, в ортезі на гомілковостопний суглоб-стопу з реакцією у фазу опори для фіксації правого колінного суглоба, що мимовільно згинається у фазу опори



Рисунок 2.19 – Пацієнт УкрНДІпротезування із спинномозковою грижею в індивідуальному жорсткому ортезі на гомілковостопний суглоб-стопу з реакцією у фазу опори для фіксації правого колінного суглоба, який мимовільно згинається у фазу опори

2.4 Безшарнірні тотально-контактні ортези на гомілковостопний суглоб-стопу в разі діабетичної остеоартропатії (стопа Шарко)

Консервативне лікування за допомогою ортезів може забезпечити захист нейропатичної стопи, і хоча ортези не можуть компенсувати втрату чутливості в нейропатичній кінцівці, але разом з освітченим, слухняним хворим і раннім інтенсивним медичним лікуванням можна уникнути ампутації.

Безшарнірні тотально-контактні ортези на гомілковостопний суглоб-стопу (*патент на винахід України № 80620 «Ортез на гомілковостопний суглоб»*) призначаються хворим різних вагових категорій (до 125 кг) для унеможливлення рухів у гомілковостопному суглобі, тотально-контактного охопту гомілки та стопи з метою зупинення патологічних процесів, що протікають у діабетичній стопі (стопа Шарко), для профілактики та лікування незагойних виразок, захисту нижньої кінцівки, підвищення функціональності пацієнта, тобто можливості ходити без використання допоміжних засобів – палиць, милиць тощо [31].

Показаннями до призначення тотально-контактного ортеза на гомілковостопний суглоб-стопу є:

- підгостра стадія стопи Шарко;

– хронічна стадія стопи Шарко з вираженими деформаціями, трофічними змінами на стопі (довгостроково незагойні виразки, гіперкератози, рубці, схильні до виразки і под.).

Основними принципами лікувальної дії тотально-контактного ортеза є:

1. Уникнення рухів у гомілковостопному суглобі та суглобах стопи, що:

– дозволяє зменшити осьове зусилля крізь гомілковостопний суглоб і суглоби стопи;

– дозволяє вкорочувати тривалість фази опори, змушуючи хворого робити менші кроки, таким чином зменшуючи навантаження на вражену стопу;

– сприяє уповільненню дегенеративно-дистрофічних процесів у стопі, стабілізації анатомічних взаємовідношень, зрощенню переломів, загоєнню трофічних виразок і, як наслідок, збереженню нижньої кінцівки.

2. Застосування спеціальної устілки дає змогу рівномірно перерозподіляти навантаження по всій плантарній (підшовній) поверхні стопи, знижуючи таким чином тиск на ділянку трофічних виразок, сприяючи їхньому загоєнню. Крім того, устілка істотно знижує навантаження на стопу на початку фази опори, тобто тоді, коли п'ята в ортезі торкається поверхні опори.

3. Наявність переднього клапана забезпечує тотальний (повний) контакт ортеза з нижньою кінцівкою, що сприяє зниженню її набрякості та кращому управлінню ортезом під час ходьби (відповідно до цього принципу ортез отримав свою назву).

Крім того, тотально-контактний ортез:

– сприяє збереженню опороздатності враженої нижньої кінцівки та мобільності пацієнта. Однак необхідно проінструктувати пацієнта, що ходити в ортезі рекомендується тільки на 33% від звичайної активності;

– захищає вражену стопу від можливих пошкоджень;

– забезпечує комфортні умови для здійснення перев'язок, догляду та спостереження за стопою.

Критеріями ефективності застосування тотально-контактних ортезів є:

1. Зменшення набрякості й почервоніння враженої стопи.

2. Зниження шкірної температури на підшовній (плантарній) поверхні враженої стопи до температури здорової стопи.

3. Загоєння виразок на підшовній поверхні враженої стопи.

4. Зростання мікропереломів кісток ураженої стопи та припинення процесу переломів узагалі.

5. Якщо всі перелічені вище критерії мають місце, то вражена стопа стає стабільною та відпадає необхідність у хірургічному втручанні й ампутації.

Конструкція безшарнірного тотально-контактного ортеза на гомілково-стопний суглоб-стопу зображена на рис. 2.20. Вона виготовляється на індивідуальній гіпсовій моделі нижньої кінцівки та складається з гільзи гомілки зі стопою 1 і переднього клапана 2, виготовлених з термопластичного матеріалу – поліетилену завтовшки 4 мм методом вакуумного термоформування. Гільза гомілки зі стопою 1 в ділянці гомілковостопного суглоба й стопи для збільшення жорсткості й надійності має товщину 7 мм. У середині гільзи гомілки зі стопою 1 розташована індивідуальна ортопедична устілка 3, виконана з двох м'яких спінених матеріалів різної щільності – пластозоту завтовшки 12 мм і педилену завтовшки 10 мм. Така комбінація матеріалів забезпечує стискальність максимум на половину від початкової товщини устілки, що дає змогу знизити тиск на стопу протягом усього циклу ходьби в ортезі. На зовнішню поверхню гільзи гомілки зі стопою 1 у ділянці стопи наклеєна підошва 4, яка виготовлена з декількох шарів мікропористої гуми. Підошва 4 виконана у формі «прес-пап'є» для забезпечення плавного перекаату у фазу опори, що істотно полегшує ходьбу в ортезі. Ортез фіксується на нижній кінцівці за допомогою кріплень 5. Для збільшення терміну служби підошви на неї наклеєна спеціальна профілактична гума 6.

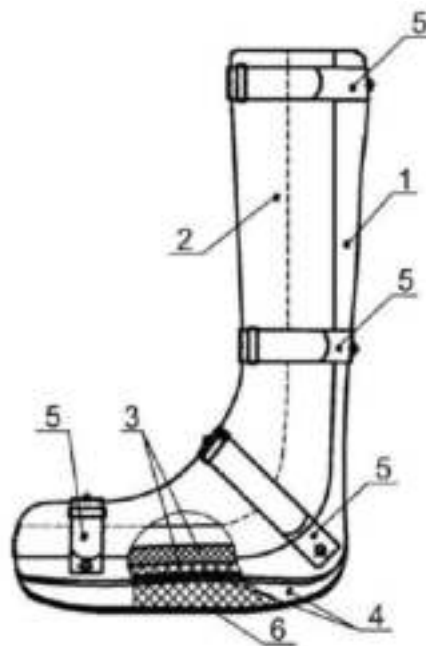


Рисунок 2.20 – Загальний вигляд безшарнірного тотально-контактного ортеза на гомілковостопний суглоб-стопу: 1 – гільза; 2 – передній клапан; 3 – устілка; 4 – підошва; 5 – кріплення; 6 – профілактична гума

Виготовлення безшарнірного тотально-контактного ортеза на гомілково-стопний суглоб-стопу здійснюється в такій послідовності технологічних операцій:

- огляд хворого;
- розмічення та зняття мірок із нижньої кінцівки;
- виготовлення гіпсового негатива нижньої кінцівки;
- виготовлення гіпсового позитива нижньої кінцівки;
- перевірка якості виготовлення гіпсового позитива;
- виготовлення комбінованої ортопедичної устілки;
- виготовлення індивідуальної гільзи гомілки зі стопою методом вакуумного термоформування;
- виготовлення переднього клапана методом вакуумного термоформування;
- розмічення, обрізання та оброблення гільз ортеза;
- виготовлення комбінованої підошви та встановлення її на ортез;
- виготовлення елементів кріплення та встановлення їх на ортез;
- попереднє примірювання ортеза;
- підганяння та складання ортеза для повторного примірювання;
- повторне примірювання ортеза;
- остаточне складання ортеза;
- перевірка якості виготовлення ортеза;
- примірювання та видача ортеза пацієнтові для постійного користування.

Безшарнірні розвантажувальні тотально-контактні ортези на гомілковостопний суглоб-стопу (патент на винахід України № 107107 «Спосіб лікування хворих з синдромом “діабетична стопа”») [32; 33]

Для пацієнтів із діагнозами: гостра стадія стопи Шарко з вираженими патологічними змінами в стопі, що прогресують (артропатія, остеопороз, переломи, деформації, трофічні зміни); трофічні виразки значних розмірів і глибини, які довго не загоюються, – на основі тотально-контактного ортеза розроблена модифікація безшарнірного розвантажувального тотально-контактного ортеза на гомілковостопний суглоб-стопу, що використовується без взуття (рис. 2.21).

Основною особливістю цієї конструкції є наявність посадкового кільця, аналогічного протезу гомілки, завдяки якому значна частина навантаження на стопу перерозподіляється під власну зв'язку надколінка.

З метою створення жорсткого посадкового кільця гільза гомілки зі стопою 1 і передній клапан 2 шарнірно з'єднані між собою у верхній частині за допомогою двох заклепок «холнітен» із латерального й медіального боків.

На передній клапан 2 наклеєний передній пом'якшувальний пелот 7 під власну зв'язку надколінка 4, а на гільзу гомілки зі стопою 1, в ділянці заднього вирізу наклеєний пом'якшувальний задній пелот 8. Передній клапан 2, що відкривається, дає змогу досить легко надягати й знімати ортез. В іншій конструкції ортезів аналогічні.

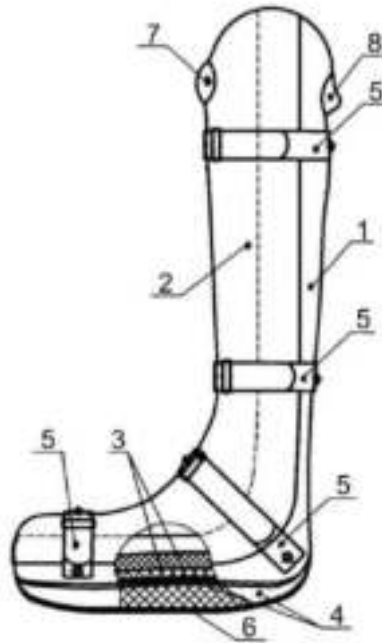


Рисунок 2.21 – Загальний вигляд безшарнірного розвантажувального тотально-контактного ортеза на гомілковостопний суглоб-стопу:
 1 – гільза; 2 – передній клапан; 3 – устілка; 4 – підошва; 5 – кріплення;
 6 – профілактична гума; 7 – передній пелот під власну зв'язку надколінка;
 8 – задній пелот у ділянці заднього сухожилля

Принципи лікувальної дії ортезів схожі. Однак в розвантажувальному тотально-контактному ортезі передбачено додаткове розвантаження стопи за рахунок навантаження власної зв'язки надколінка.

Ортопротези

Ще однією модифікацією тотально-контактних ортезів є ортопротези – гібрид розвантажувального тотально-контактного ортеза на гомілковостопний суглоб-стопу й протеза стопи (*розробка УкрНДІпротезування*).

Ортопротези призначають пацієнтам з ускладненими ампутаціями стоп за Лісфранком, Шопаром і Саймом у разі діабетичної ангіопатії з виразками й ранами на підошовній і торцевій поверхнях кукси стопи, що довгостроково не гояться.

Особливістю ортопротеза є конструкція індивідуальної устілки, на яку, залежно від рівня ампутації стопи, наклеюється компенсувальний блок із спіненого матеріалу, завдяки якому кукса стопи надійно в ньому позиціонується. На рис. 2.22–2.24 наведено ілюстрацію тотально-контактних ортезів і пацієнтів, які ними користуються.



Рисунок 2.22 – Пацієнт УкрНДІпротезування в лівому тотально-контактному ортезі на гомілковостопний суглоб-стопу та правому протезі гомілки



а)

б)

Рисунок 2.23 – Пацієнтка в правому розвантажувальному тотально-контактному ортезі на гомілковостопний суглоб-стопу:

а – розвантажувальний тотально-контактний ортез на гомілковостопний суглоб-стопу з відкритим переднім клапаном; б – пацієнтка в ортезі



а)

б)

Рисунок 2.24 – Пацієнт у лівому розвантажувальному тотально-контактному ортезі на гомілковостопний суглоб-стопу та правому ортопротезі:

а – лівий розвантажувальний тотально-контактний ортез на гомілковостопний суглоб-стопу та правий ортопротез із відкритим переднім клапаном (в ортопротезі видно передній компенсувальний блок із спіненого матеріалу);

б – пацієнт в ортезі й ортопротезі

2.5 Конструкції індивідуальних безшарнірних ортезів на нижні кінцівки

Розглянемо інші конструкції безшарнірних ортезів на нижні кінцівки, що застосовуються в сучасному ортезуванні в Україні.

Ортези на гомілку безшарнірні

Ортези на гомілку безшарнірні призначаються хворим різних вагових категорій (до 100 кг) для фіксування та підтримування нижньої кінцівки внаслідок травм гомілки з уповільненою консолидацією, значною атрофією литкових м'язів із нерізко вираженою деформацією гомілки після перелому в середній третині гомілки.

Ортези мають виконувати такі функції:

- забезпечувати надійну фіксацію нижніх кінцівок;
- забезпечувати опороздатність під час стояння та ходьби;
- забезпечувати управління нижніми кінцівками під час ходьби;

– забезпечувати легке надягання та знімання ортезів у положенні пацієнта сидячи лежачи [33].

Загальний вигляд безшарнірного ортеза на гомілку зображений на рис. 2.25.

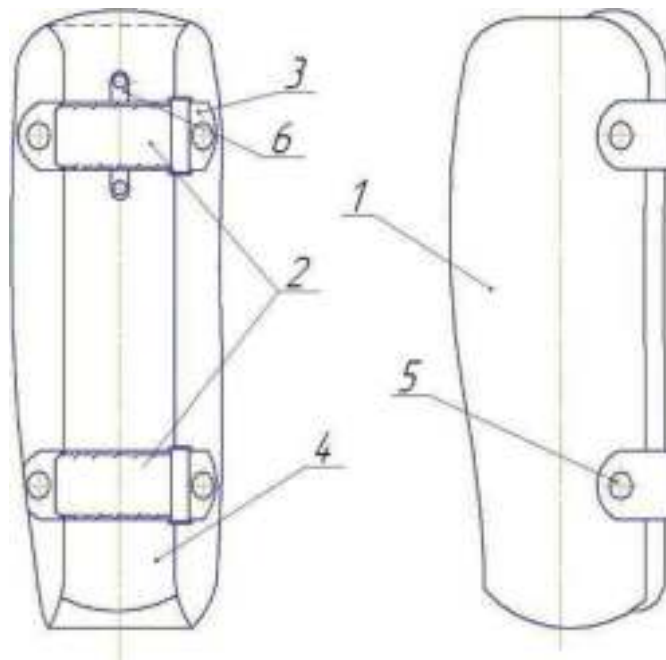


Рисунок 2.25 – Загальний вигляд безшарнірного ортеза на гомілку:

- 1 – гільза гомілки; 2 – елементи кріплення; 3 – рамки; 4 – м'який клапан;
5 – заклепки «холнітен»; 6 – фіксатор

Гільза гомілки виготовляється з термопластичного матеріалу – поліетилену – методом термоформування.

Особливістю конструкції ортеза, *розробленого в УкрНДІпротезування*, є наявність переднього м'якого клапана для унеможливлення «сповзання» ортеза з кінцівки та підвищення комфортності під час носіння.

Наведемо основні технологічні операції виготовлення ортеза:

- огляд пацієнта та призначення виробу;
- розмічення та зняття мірок із нижньої кінцівки;
- виготовлення гіпсового негатива нижньої кінцівки;
- виготовлення гіпсової моделі нижньої кінцівки;
- термоформування гільзи гомілки з термопластичного матеріалу;
- обрізання та оброблення гільзи ортеза;
- виготовлення переднього м'якого клапана;
- виготовлення елементів кріплення;
- попереднє примірювання ортеза;
- корегування ортеза;
- повторне примірювання ортеза;

- остаточне складання ортеза;
- примірювання та видача ортеза пацієнтові.

Безшарнірні ортези на колінний суглоб (КО)

Безшарнірні ортези на колінний суглоб, розроблені в УкрНДІпротезування, призначаються хворим різних вагових категорій (до 100 кг) для фіксування та підтримання нижньої кінцівки у визначеному положенні за умови згинальних (розгинальних) контрактур колінного суглоба. Призначають у разі різних форм деформацій ноги та уражень м'язів різного ступеня внаслідок травматичних і дегенеративних артрозів колінного суглоба III–IV ступенів тощо.

Примітка.

Залежно від медичних показань виріб може використовуватися як ортез для сну.

Ортези мають виконувати такі функції:

- забезпечувати надійну фіксацію нижніх кінцівок;
- забезпечувати корекцію деформацій;
- забезпечувати опороздатність під час стояння та ходьби;
- забезпечувати управління нижніми кінцівками під час ходьби;
- забезпечувати легке надягання та знімання ортезів у положенні пацієнта сидячи лежачи;
- забезпечувати можливість використання ортеза як татора для сну.

Загальний вигляд безшарнірного ортеза на колінний суглоб зображений на рис. 2.6.

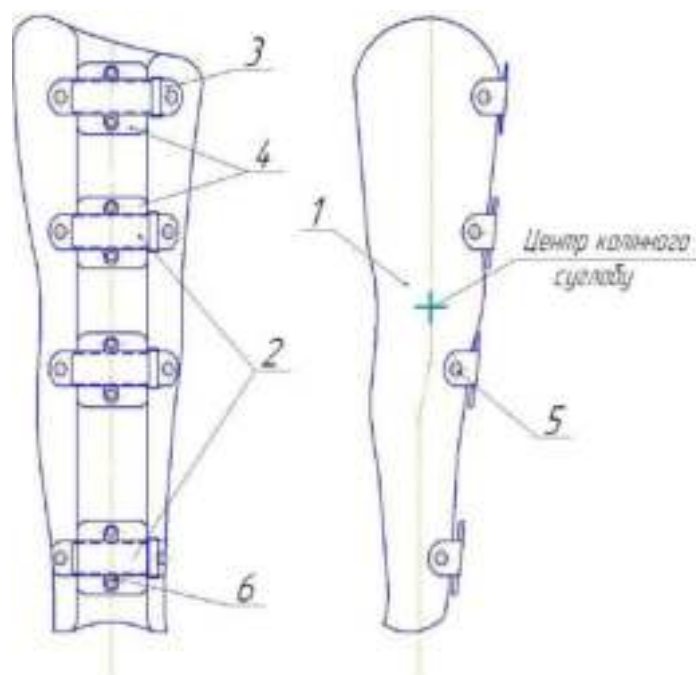


Рисунок 2.26 – Загальний вигляд безшарнірного ортеза на колінний суглоб:

- 1 – гільза ортеза; 2 – елементи кріплення; 3 – рамки; 4 – м'які клапани;
- 5 – заклепки «холнітен»; 6 – фіксатори

Гільза ортеза виготовляється з термопластичного матеріалу – поліетилену – методом термоформування.

Особливістю конструкції ортеза є те, що залежно від патології, пов'язаної з колінним суглобом, гільза ортеза може мати розріз як спереду, так і ззаду, що значно розширює функціональні можливості ортеза.

Основні технологічні операції виготовлення ортеза практично повністю аналогічні операціям із виготовлення безшарнірного ортеза на гомілку, тому немає сенсу їх наводити [33].

Безшарнірні ортези на колінний і гомілковостопний суглоби-стопу

Безшарнірні ортези на колінний і гомілковостопний суглоби-стопу, розроблені в УкрНДІпротезування, призначаються хворим різних вагових категорій (до 100 кг) для фіксування та підтримання нижньої кінцівки у визначеному положенні у разі різних форм її деформацій та враження м'язів різного ступеня внаслідок травматичних і дегенеративних артрозів III–IV ступенів, синдрому перенесеного поліомієліту, ДЦП, травм хребта та спинного мозку тощо.

Ортези мають виконувати такі функції:

- забезпечувати надійну фіксацію нижніх кінцівок;
- забезпечувати корекцію деформацій;
- забезпечувати опороздатність під час стояння та ходьби;
- забезпечувати компенсацію ослаблених м'язів;
- забезпечувати управління нижніми кінцівками під час ходьби;
- забезпечувати легке надягання та знімання ортезів у положенні пацієнта сидячи та лежачи;
- забезпечувати змогу використання ортеза як тьютора для сну.

Загальний вигляд безшарнірного ортеза на колінний і гомілковостопний суглоби-стопу зображений на рис. 2.27.

Гільза ортеза виготовляється з термопластичного матеріалу – поліетилену або поліпропілену методом термоформування.

Особливістю конструкції ортеза є те, що в конструкцію ортеза, залежно від показань (наприклад, забезпечення ходьби), можна ввести кілька нескладних змін, які дозволять реалізувати цю функцію, а саме:

- наклеїти підошву з гуми на стопу ортеза;

– звільнити плесно-фалангові суглоби стопи (обрізати гільзу ортеза в ділянці їхнього розташування), забезпечивши таким чином плавність перекату стопи у фазу опори;

– звільнити щиколотки (обрізати гільзу ортеза в ділянці їхнього розташування), забезпечивши рух у гомілковостопному суглобі (динамічна пружина) [33].

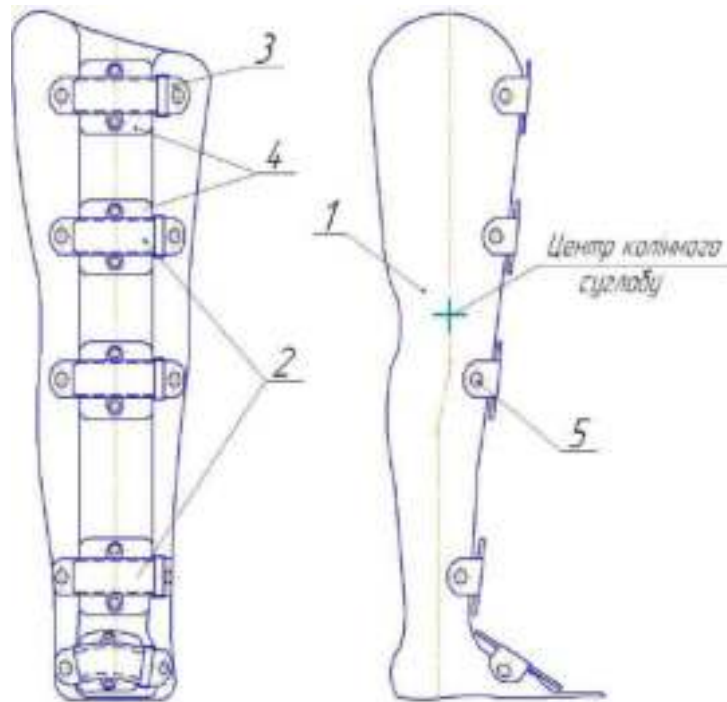


Рисунок 2.27 – Загальний вигляд безшарнірного ортеза на колінний і гомілковостопний суглоби-стопу: 1 – гільза ортеза; 2 – елементи кріплення; 3 – рамки; 4 – м’які клапани; 5 – заклепки «холнітен»

Основні технологічні операції виготовлення ортеза практично повністю аналогічні операціям із виготовлення безшарнірного ортеза на гомілку, тому немає сенсу їх наводити.

Безшарнірні ортези на стегно

Безшарнірні ортези на стегно, розроблені в УкрНДІпротезування, призначаються хворим різних вагових категорій (до 100 кг) для фіксування та підтримання нижньої кінцівки внаслідок травм стегнової кістки з уповільненою консолидацією.

Ортези мають виконувати такі функції:

- забезпечувати надійну фіксацію нижніх кінцівок;
- забезпечувати опороздатність під час стояння та ходьби;

- забезпечувати управління нижніми кінцівками під час ходьби;
- забезпечувати легке надягання та знімання ортезів у положенні пацієнта сидячи талезжачи.

Загальний вигляд безшарнірного ортеза на стегно зображений на рис. 2.28.

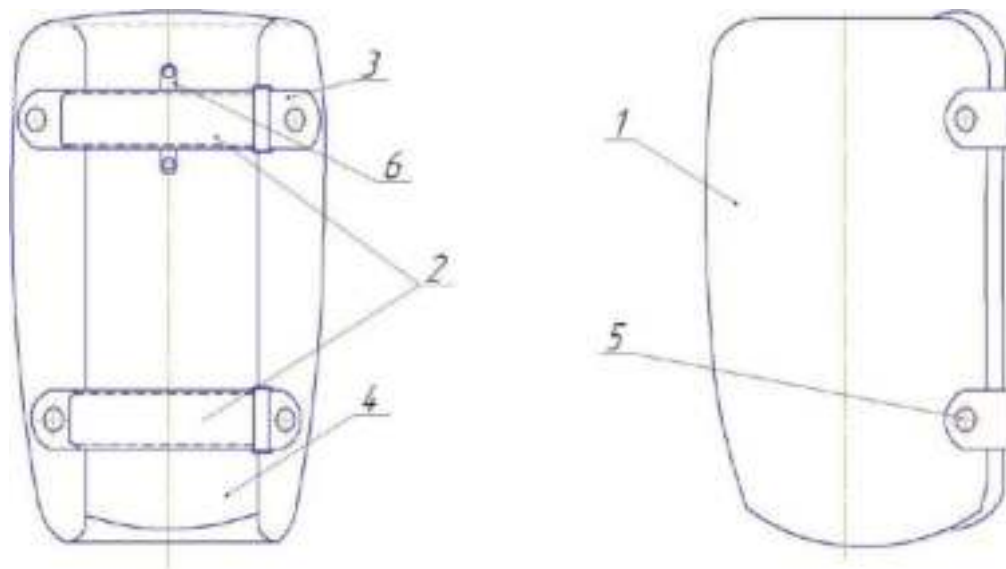


Рисунок 2.28 – Загальний вигляд безшарнірного ортеза на стегно:
 1 – гільза стегна; 2 – елементи кріплення; 3 – рамки; 4 – м'який клапан;
 5 – заклепки «холнітен»; 6 – фіксатор

Гільза гомілки виготовляється з термопластичного матеріалу – поліетилену – методом термоформування.

Особливістю конструкції ортеза є наявність переднього м'якого клапана для унеможливлення «сповзання» ортеза з кінцівки та підвищення комфортності під час носіння [33].

Основні технологічні операції виготовлення ортеза практично повністю аналогічні операціям із виготовлення безшарнірного ортеза на гомілку, тому немає сенсу їх наводити.

Безшарнірні ортези на тазостегновий суглоб на одну нижню кінцівку

Безшарнірні ортези на тазостегновий суглоб на одну нижню кінцівку, розроблені в УкрНДІ протезування, призначаються дітям та дорослим різних вагових категорій (до 100 кг) для забезпечення фіксації ушкоджених сегментів нижньої кінцівки у функціонально вигідному положенні в разі захворювань та порушень функцій тазостегнового суглоба легкого та середнього ступеня, таких як:

- асептичний некроз головки стегнової кістки;
- наслідки переломів вертлюжної западини;

– вивих або підвивих у тазостегновому суглобі;
– згинальні, розгинальні, привідні, відвідні, ротаційні установки й контрактури, та їхні комбінації в тазостегновому суглобі.

Ортези мають виконувати такі функції:

- забезпечувати надійну фіксацію нижніх кінцівок та тулуба;
- забезпечувати відведення або приведення нижніх кінцівок щодо тулуба пацієнта;
- забезпечувати зовнішню або внутрішню ротації нижніх кінцівок щодо тулуба пацієнта;
- забезпечувати регулювання кута нахилу гільзи нижньої кінцівки або корсета щодо безшарнірної шини (рекомендується в разі згинальних контрактур у тазостегнових суглобах);
- забезпечувати регулювання ортеза по висоті (за необхідності);
- забезпечувати опороздатність під час стояння та ходьби;
- забезпечувати компенсацію ослаблених м'язів;
- забезпечувати легке надягання та знімання ортезів у положенні пацієнта лежачи та стоячи.

Загальний вигляд безшарнірного ортеза на тазостегновий суглоб зображений на рис. 2.29.

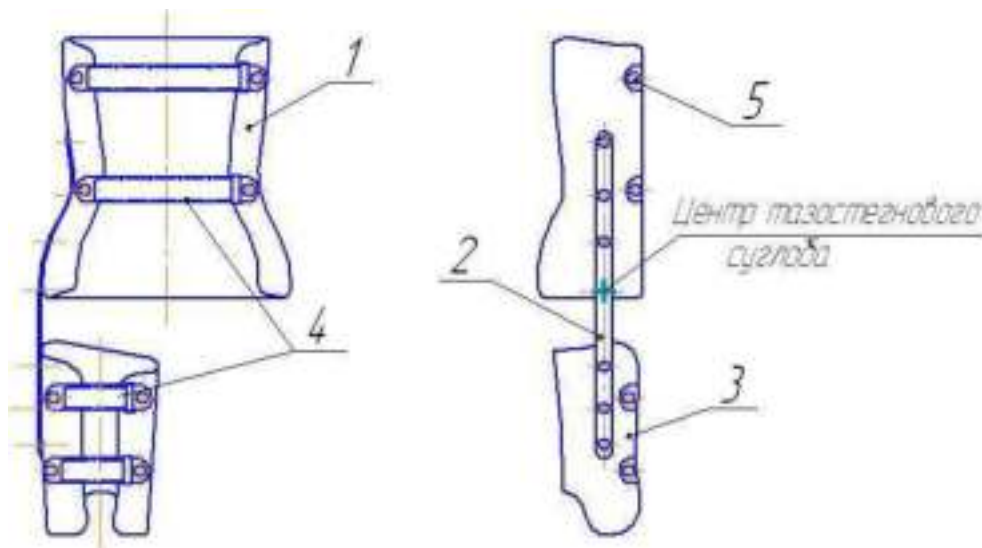


Рисунок 2.29 – Зовнішній вигляд безшарнірного ортеза на тазостегновий суглоб на одну нижню кінцівку: 1 – гільза корсета; 2 – шина безшарнірна; 3 – гільза стегна; 4 – елементи кріплення; 5 – заклепки «холнітен»

Особливістю конструкції є те, що в ортезі застосовується безшарнірна металева шина, що значно розширює його функціональні можливості та забезпечує:

- регулювання відведення / приведення нижніх кінцівок щодо тулуба;
- регулювання зовнішньої / внутрішньої ротації нижніх кінцівок щодо тулуба;

- регулювання кута нахилу гільзи нижньої кінцівки або корсета щодо безшарнірної шини (рекомендується в разі згинальних контрактур у тазостегнових суглобах);

- зміну розміру ортеза по висоті (за необхідності).

Ортези на тазостегновий суглоб із безшарнірними шинами мають декілька істотних особливостей порівняно з традиційними цільними ортезами, а саме:

- гіпсові негативи на нижні кінцівки (або кінцівку) і тулуб знімаються окремо, що значно спрощує роботу гіпсовому техніку й ортезисту;

- термоформування гільз нижніх кінцівок і тулуба також здійснюється окремо, що, з одного боку, заощаджує витрати термопластичного матеріалу, а з іншого – загалом спрощує технологію виготовлення ортеза;

- ортези з безшарнірними шинами мають значно більше можливостей для різних регулювань під час підганяння для пацієнта.

Ортез складається з гільзи корсета 1 і гільзи стегна 3, які виготовлені з термопластичного матеріалу – поліетилену або поліпропілену – методом вакуумного термоформування. Гільзи 1 і 3 з'єднуються між собою за допомогою металевої безшарнірної шини 2, яка може бути виготовлена зі сталі або алюмінієвого сплаву. Ортез фіксується на нижній кінцівці й тулубі за допомогою елементів кріплення 4. Шина 2 і елементи кріплення 4 приєднані до гільз ортеза 1 і 3 за допомогою заклепок «холнітен» 5.

Наведемо основні технологічні операції виготовлення ортеза:

- огляд пацієнта та призначення виробу;
- розмічення та зняття мірок із нижньої кінцівки;
- виготовлення гіпсового негатива стегна;
- зняття мірок із тулуба пацієнта;
- виготовлення гіпсового негатива тулуба;
- виготовлення гіпсової моделі стегна;
- виготовлення гіпсової моделі тулуба;
- виготовлення індивідуальної гільзи стегна;
- виготовлення індивідуальної гільзи корсета;
- розмічення, підганяння безшарнірної шини (верхньої частини) по гільзі корсета;
- обрізання та оброблення гільзи корсета;
- розмічення, підганяння безшарнірної шини (нижньої частини) по гільзі стегна;

- обрізання та оброблення гільзи стегна;
- розмічення центрів і свердління отворів для встановлення елементів кріплення на гільзу стегна та корсет;
- виготовлення елементів кріплення до гільз стегна та корсета;
- складання ортеза до попереднього примірювання;
- попереднє примірювання ортеза;
- підганяння і остаточне складання ортеза.

Якщо вражені два тазостегнових суглоби, то необхідно виготовити безшарнірний ортез на тазостегновий суглоб на дві нижні кінцівки. Цей ортез є модифікацією безшарнірного ортеза на тазостегновий суглоб на одну нижню кінцівку [33].

Отже, необхідно наголосити, що ортези, які будуть розглянуті нижче, мають багато спільного з описаним ортезом, тому деякі загальні особливості будуть тільки згадуватися.

Безшарнірні ортези на тазостегновий і колінний суглоби на одну нижню кінцівку

Безшарнірні ортези на тазостегновий і колінний суглоби на одну нижню кінцівку, розроблені в УкрНДПротезування, призначаються хворим – дітям та дорослим різних вагових категорій (до 100 кг) – для фіксації ушкоджених сегментів нижньої кінцівки у функціонально вигідному положенні в разі захворювань та порушень функцій тазостегнового суглоба в поєднанні із захворюваннями та порушеннями функцій колінного суглоба, таких як:

- асептичний некроз головки стегнової кістки;
- наслідки переломів вертлюжної западини;
- вивих або підвивих у тазостегновому суглобі;
- згинальні, розгинальні, привідні, відвідні, ротаційні установки і контрактури, та їхні комбінації в тазостегновому суглобі;
- згинальні, розгинальні контрактури колінного суглоба;
- ураження м'язів різного ступеня внаслідок травматичних і дегенеративних артрозів колінного суглоба III–IV ступенів тощо.

Ортези мають виконувати такі функції:

- забезпечувати надійну фіксацію нижніх кінцівок та тулуба;
- забезпечувати корекцію деформацій;
- забезпечувати відведення або приведення нижніх кінцівок щодо тулуба пацієнта;
- забезпечувати зовнішню або внутрішню ротації нижніх кінцівок щодо тулуба пацієнта;

- забезпечувати регулювання кута нахилу гільзи нижньої кінцівки або корсета щодо безшарнірної шини (рекомендується в разі згинальних контрактур у тазостегнових суглобах);
- забезпечувати регулювання ортеза по висоті (за необхідності);
- забезпечувати опороздатність під час стояння та ходьби;
- забезпечувати компенсацію ослаблених м'язів;
- забезпечувати легке надягання та знімання ортезів у положенні пацієнта лежачи тастоячи.

Загальний вигляд безшарнірного ортеза на тазостегновий і колінний суглоби на одну нижню кінцівку зображений на рис. 2.30.

Особливості та переваги цього ортеза, а також технологічні операції з виготовлення аналогічні описаним для безшарнірного ортеза на тазостегновий суглоб [33].

Варто зазначити, що, на відміну від гільзи безшарнірного ортеза на колінний суглоб, у цьому ортезі через особливості конструкції гільза нижньої кінцівки може розрізатися тільки спереду.

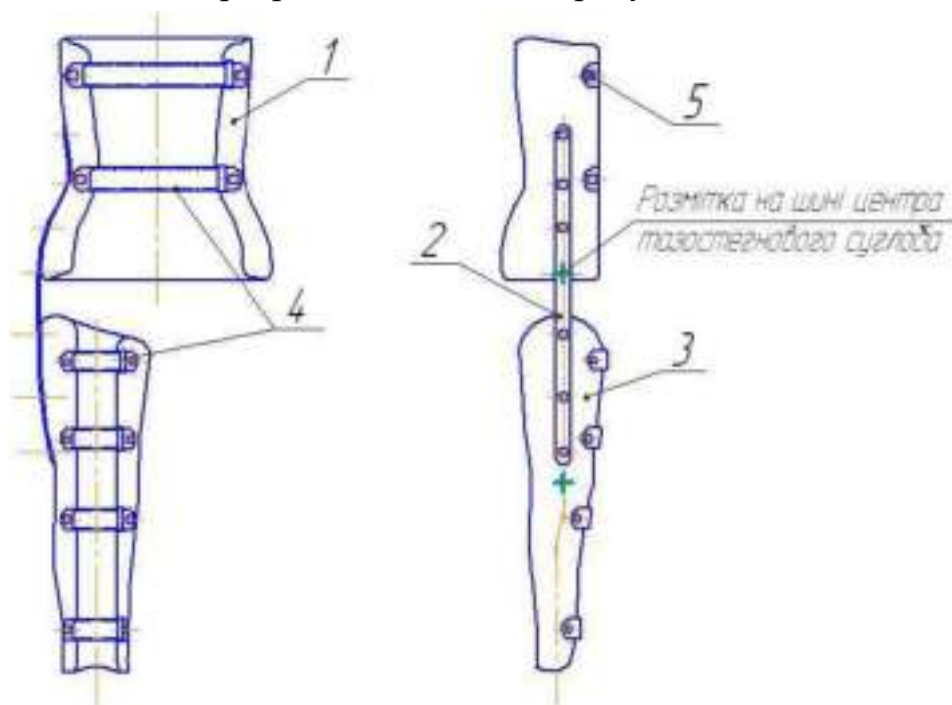


Рисунок 2.30 – Зовнішній вигляд безшарнірного ортеза на тазостегновий і колінний суглоби на одну нижню кінцівку:

- 1 – гільза корсета; 2 – шина безшарнірна; 3 – гільза нижньої кінцівки;
- 4 – елементи кріплення; 5 – заклепки «холнітен»

Якщо вражені два тазостегнових та колінних суглоби, то необхідно виготовити безшарнірний ортез на тазостегновий і колінний суглоби на дві нижні

кінцівки. Цей ортез є модифікацією безшарнірного ортеза на тазостегновий і колінний суглоби на одну нижню кінцівку.

Безшарнірні ортези на тазостегновий, колінний і гомілковостопний суглоби-стопу на одну нижню кінцівку

Безшарнірні ортези на тазостегновий, колінний і гомілковостопний суглоби-стопу на одну нижню кінцівку, *розроблені в УкрНДІпротезування*, призначаються хворим – дітям та дорослим різних вагових категорій (до 100 кг) – для фіксації ушкоджених сегментів нижньої кінцівки у функціонально вигідному положенні в разі захворювань та порушень функцій тазостегнового суглоба в сполученні із захворюваннями та порушеннями функцій колінного й гомілковостопного суглобів.

Ортези мають виконувати такі функції:

- забезпечувати надійну фіксацію нижніх кінцівок та тулуба;
- забезпечувати корекцію деформацій;
- забезпечувати опороздатність під час стояння та ходьби;
- забезпечувати управління нижніми кінцівками під час ходьби;
- забезпечувати відведення або приведення нижніх кінцівок щодо тулуба пацієнта;
- забезпечувати зовнішню або внутрішньої ротації нижніх кінцівок щодо тулуба пацієнта;
- забезпечувати регулювання кута нахилу гільзи нижньої кінцівки або корсета щодо безшарнірної шини (рекомендується в разі згинальних контрактур у тазостегнових суглобах);
- забезпечувати регулювання ортеза по висоті (за необхідності);
- забезпечувати опороздатність під час стояння та ходьби;
- забезпечувати компенсацію ослаблених м'язів;
- забезпечувати легке надягання та знімання ортезів у положенні пацієнта лежачи тасоячи.

Загальний вигляд безшарнірного ортеза на тазостегновий і колінний суглоби-стопу на одну нижню кінцівку зображений на рис. 2.31.

Особливості та переваги цього ортеза, а також технологічні операції з виготовлення аналогічні тим, що описані для безшарнірного ортеза на тазостегновий суглоб [33].

Необхідно зазначити, що для забезпечення ходьби в цьому ортезі потрібно зробити низку дій, які аналогічні описаним для безшарнірного ортеза на колінний і гомілковостопний суглоби-стопу в цьому розділі.

Якщо вражені два тазостегнових, колінних і гомілковостопних суглоби, то необхідно виготовити безшарнірний ортез на тазостегновий і колінний суглоби-стопу на дві нижні кінцівки. Цей ортез є модифікацією безшарнірного ортеза на тазостегновий і колінний суглоби-стопу на одну нижню кінцівку.

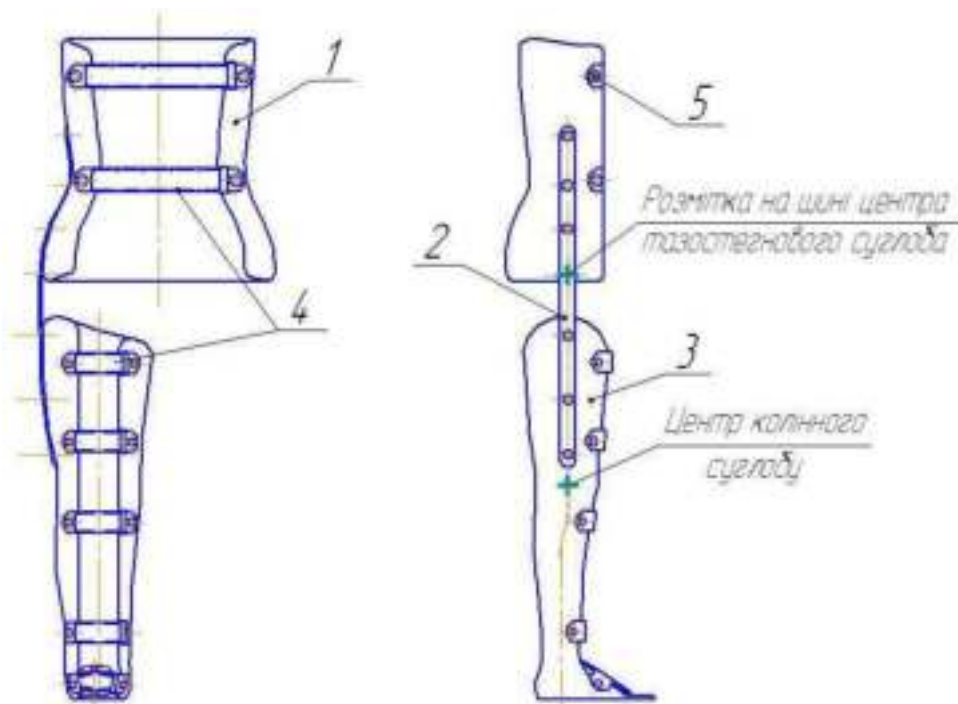


Рисунок 2.31 – Зовнішній вигляд безшарнірного ортеза на тазостегновий і колінний суглоби-стопу на одну нижню кінцівку:

- 1 – гільза корсета; 2 – шина безшарнірна; 3 – гільза нижньої кінцівки;
4 – елементи кріплення; 5 – заклепки «холнітен»

Ортези максимальної готовності на грудний, поперековий відділи хребта, тазостегновий, колінний, гомілковостопний суглоби-стопу (пристрій «Гравістат»)

Ортези максимальної готовності на грудний, поперековий відділи хребта, тазостегновий, колінний і гомілковостопний суглоби-стопу призначаються для корекції статки рухів у дітей, хворих на ДЦП із невропатологічними порушеннями опорно-рухового апарату.

Ортези мають виконувати такі функції:

- давати змогу задавати індивідуально розраховане дозоване навантаження та перерозподіляти його між елементами локомоторного (опорно-рухового) апарату залежно від особливостей патологічного рухового стереотипу пацієнта;
- забезпечувати дозоване компресійне навантаження, спрямоване вздовж довгої осі тіла;
- забезпечувати корекцію положення окремих сегментів опорно-рухового (локомоторного) апарату;
- забезпечувати зниження тонуусу великих грудних м'язів і усунення їхнього рефлексорного впливу на м'язи тазового й плечового поясу (за можливості).

Ортез складається з:

– реклінатора грудного відділу хребта;

– двох наплічників;

– пояса;

– двох м'яких гільз на стегно й гомілку з манжетами, з'єднаних по задній поверхні;

– двох м'яких гільз на гомілковостопний суглоб;

– двох м'яких підошовних елементів;

– двох ортопедичних устілок;

– елементів кріплення;

– чотирьох ланцюгів осьових навантажувальних еластичних двох передніх і двох задніх тяг;

– ротаційно-коригувальних еластичних тяг – по дві на стопу;

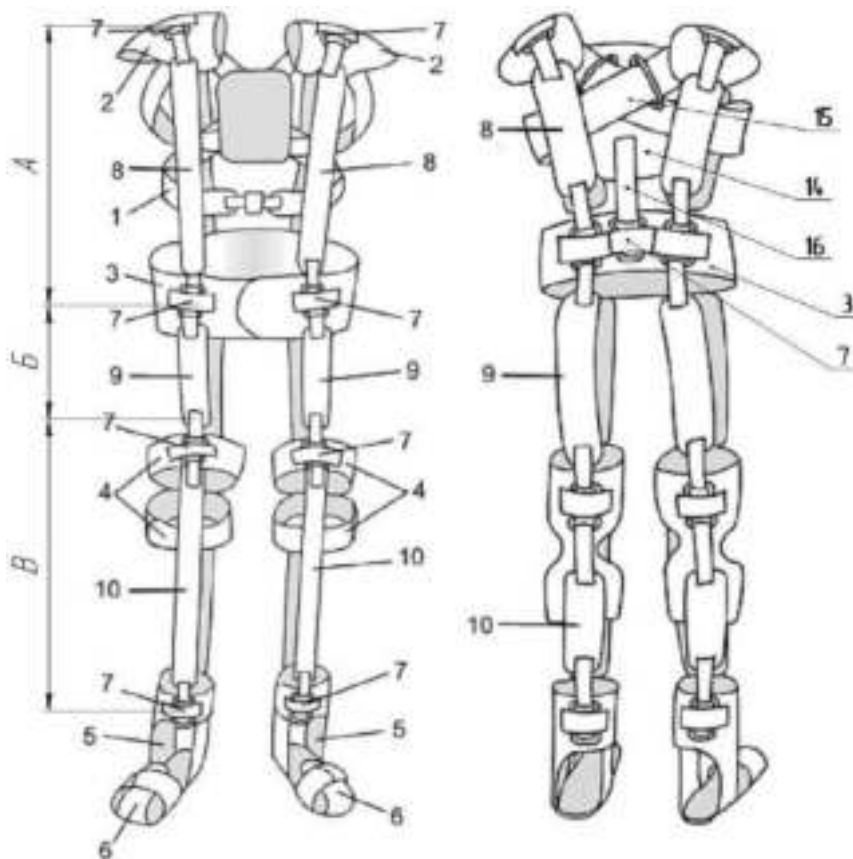
– додаткових тяг.

Зовнішній вигляд ортеза наведено на рис. 2.32.

Усі основні комплектувальні елементи ортеза виготовлені з м'якого матеріалу неопрену. Еластичні пружні тяги складаються зі спеціальної гуми, яка зовні обшита неопреном.

Особливістю конструкції ортеза є система ланцюгів осьових навантажувальних еластичних тяг, яка збирається із комплектувальних елементів індивідуально для кожного пацієнта, відповідно до завдання корекції його патологічної пози. Тяги закріплюються в противазі на передній та задній поверхні тіла та задають дозоване компресійне навантаження вздовж тіла, яке діє на м'язи-антагоністи тулуба й нижні кінцівки. Ротаційні еластичні тяги (які мають здатність повертатись) коригують положення рухових сегментів тіла пацієнта. Усе це призводить до виникнення сильного, спрямованого в центральну нервову систему інформаційного потоку від рецепторів м'язів, суглобів та зв'язок.

Отже, дія динамічної пропріоцептивної корекції (ДПК), основана на відчутті положення частин власного тіла щодо один одного в просторі, приводить до нормалізації тону м'язів і траєкторних характеристик загального центра мас, пригнічення патологічних м'язових синергій (спільне патологічне підвищення тону декількох м'язів, яке спричиняє, наприклад, згинальні контрактури в суглобах нижніх кінцівок) та гіперкінезів (патологічні, мимовільні рухи), розвитку установчих і поступальних рефлексів. Отже, під час активних рухів пацієнта відбувається закріплення правильної пози та фізіологічних форм руху на рівні ЦНС.



Вигляд спереду Вигляд іззаду

Рисунок 2.32 – Зовнішній вигляд безшарнірного ортеза максимальної готовності на грудний, поперековий відділи хребта, тазостегновий, колінний і гомілковостопний суглоби-стопу: 1 – реклінатор; 2 – наплічники; 3 – пояс; 4 – м’які гільзи на стегно й гомілку; 5 – м’які гільзи на гомілковостопний суглоб; 6 – м’які підошовні елементи; 7 – елементи кріплення; 8 – еластичні тяги на тулуб; 9 – еластичні тяги на стегно; 10 – еластичні тяги на гомілку й стопу; 11 – ротаційно-коригувальні еластичні тяги (на рисунку не зазначені); 12 – ортопедичні устілки (на рисунку не зазначені); 13 – додаткові тяги (на рисунку не зазначені); 14 – задній пелот реклінатора; 15 – лямки реклінатора; 16 – задня застібка *Velkro* реклінатора

Виготовлення ортеза здійснюється в такій послідовності:

- огляд та обстеження пацієнта;
- зняття мірок з нижніх кінцівок та тулуба;
- вибір комплектувальних елементів ортеза;
- складання і підганяння ортеза безпосередньо на пацієнтові;
- пробна тренувальна ходьба в ортезі.

Ортез є виробом максимальної готовності, який виготовляється в шести типорозмірних виконаннях, конструкції яких аналогічні одна одній [32].

Загалом типорозмір ортеза визначається зростом пацієнта й вибирається за інформацією з табл. 2.1.

Таблиця 2.1 – Типорозміри ортеза максимальної готовності

Зріст, см	110	120	130	140	160	180
Типорозмір	1(XS)	2(S)	3(M)	4(L)	5(XL)	6(XXL)

Типорозмір:

- 1 (XS) – найменший;
- 2 (S) – невеликий;
- 3 (M) – середній;
- 4 (L) – великий;
- 5 (XL) – дуже великий;
- 6 (XXL) – найбільший

На рис. 2.33 наведено приклад застосування ортеза.



Рисунок 2.33 – Дитина в безшарнірному ортезі максимальної готовності на грудний, поперековий відділи хребта, тазостегновий, колінний і гомілковостопний суглоби-стопу

Контрольні завдання

1. Наведіть для індивідуальних ортезів на стопу – устілок (FO)

- призначення;
- виконувані функції;
- класифікацію;
- основні технологічні етапи виготовлення м'якої устілки.

2. Наведіть для безшарнірних ортезів на гомілковостопний суглоб-стопу (AFO)

- призначення;
- виконувані функції;
- особливості конструкції;
- основні технологічні етапи виготовлення.

3. Наведіть модифікації безшарнірних ортезів на гомілковостопний суглоб-стопу. Перелічіть їхні функції, особливості конструкцій і основні технологічні етапи виготовлення.

4. Наведіть для безшарнірних ортезів на гомілковостопний суглоб-стопу з реакцією у фазу опори (GRAFO)

- призначення;
- біомеханічний принцип дії;
- виконувані функції;
- особливості конструкції;
- основні технологічні етапи виготовлення.

5. Наведіть для безшарнірних тотально-контактних ортезів на гомілковостопний суглоб-стопу для консервативного лікування діабетичних стоп (стопа Шарко)

- призначення;
- виконувані функції;
- принципи консервативного лікування за допомогою ортеза;
- критерії ефективності застосування ортеза;
- особливості конструкції;
- основні технологічні етапи виготовлення.

6. Наведіть призначення, виконувані функції, принципи лікування, особливості конструкцій, технологічні етапи виготовлення розвантажувальних тотально-контактних ортезів на гомілковостопний суглоб-стопу і ортопротезів.

7. Наведіть призначення, виконувані функції, особливості конструкцій, технологічні етапи виготовлення для

- безшарнірних ортезів на гомілку;
- безшарнірних ортезів на колінний суглоб;
- безшарнірних ортезів на колінний і гомілковостопний суглоби-стопу;
- безшарнірних ортезів на тазостегновий суглоб (на одну та дві нижні кінцівки);
- безшарнірних ортезів на тазостегновий, колінний і гомілковостопний суглоби-стопу (на одну та дві нижні кінцівки).

8. Наведіть призначення, виконувані функції, особливості конструкції, етапи виготовлення та підганяння по пацієнту ортеза максимальної готовності на грудний, поперековий відділи хребта, тазостегновий, колінний і гомілковостопний суглоби-стопу (пристрій «Гравістат»).

3 ШАРНІРНІ ОРТЕЗИ НА НИЖНІ КІНЦІВКИ

3.1 Ортези на гомілковостопний суглоб-стопу (АФО)

Ортези на гомілковостопний суглоб-стопу, як і безшарнірні АФО, є одними з найбільш часто призначуваних ортопедичних виробів у ортезуванні нижніх кінцівок. Шарнірні АФО можуть мати плечі важелів достатньої величини, щоб повністю управляти гомілковостопним комплексом і побічно впливати на колінний суглоб; ця властивість дозволяє застосовувати ортези АФО в разі більш великих порушень, ніж безшарнірні АФО. Як уже було зазначено, усі ортези нижніх кінцівок, зокрема шарнірні АФО, мають виконувати такі фундаментальні вимоги: управляти рухом, коригувати деформацію та компенсувати ослаблені м'язи. На сьогодні в ортезуванні нижніх кінцівок переважають системи з пластику та пластику-металу, тому що їх позитивно приймає більшість хворих і вони забезпечують надійне управління нижньою кінцівкою під час ходьби [14; 28].

Нижче розглянемо одну з поширених конструкцій шарнірного АФО з металевими гомілковостопними шарнірами, яку лікарі досить часто призначають як дітям, так і дорослим.

Ортези на гомілковостопний суглоб-стопу (*патент на винахід України № 90615 «Ортез на гомілковостопний суглоб»*) [34] призначається хворим різних вагових категорій (30, 60, 100 та 125 кг), якщо залишкова сила м'язів нижніх кінцівок за шкалою Янда не менша від показників:

- м'язи-згиначі стегна – 4–5 балів;
- м'язи-розгиначі стегна – 4–5 балів;
- м'язи-згиначі коліна – 4–5 балів;
- м'язи-розгиначі коліна – 4–5 балів;
- м'язи, які піднімають стопу – 0–2 бали;
- м'язи, які опускають стопу – 0–2 бали;

для коригування, фіксування та підтримування нижньої кінцівки у визначеному положенні за умови різних форм її деформацій та ураження м'язів різного ступеня внаслідок травматичних і дегенеративних артрозів III–IV ступенів, синдрому перенесеного поліомієліту, ДЦП, травм хребта та спинного мозку тощо.

Ортези мають виконувати такі функції:

- забезпечувати надійну фіксацію нижніх кінцівок;
- забезпечувати корекцію деформацій;

- забезпечувати компенсацію ослаблених м'язів;
- забезпечувати опороздатність під час стояння та ходьби;
- забезпечувати управління нижніми кінцівками під час ходьби;
- забезпечувати легке надягання та знімання ортезів у положенні пацієнта сидячи.

Зовнішній вигляд ортеза наведено на рис. 3.1.

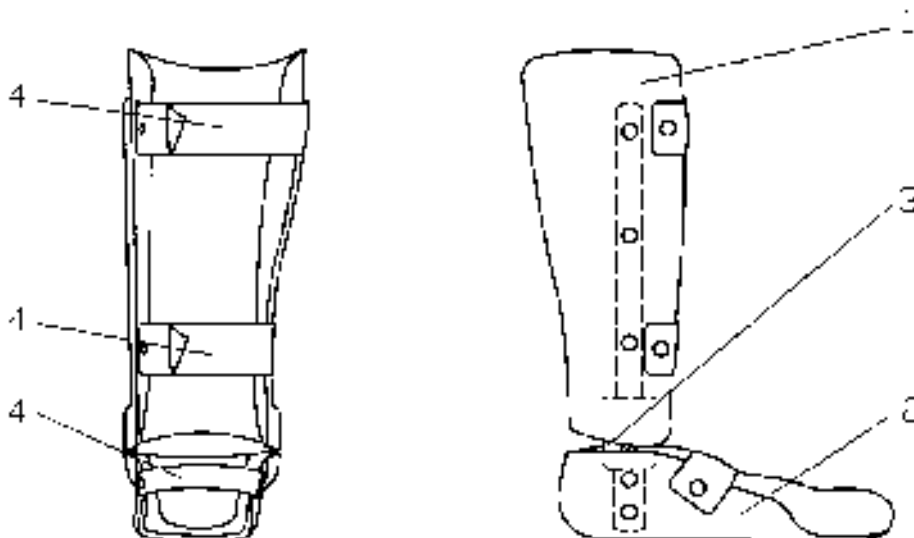


Рисунок 3.1 – Зовнішній вигляд ортеза на гомілковостопний суглоб-стопу з металевими гомілковостопними шарнірами: 1 – гільза гомілки; 2 – гільза стопи; 3 – гомілковостопні металеві шарніри; 4 – елементи кріплення

Ортез складається з індивідуальної гільзи гомілки 1, індивідуальної гільзи стопи 2, виготовлених із термопластичного матеріалу – поліетилену або поліпропілену – методом вакуумного термоформування, гомілковостопних металевих шарнірів 3 та елементів кріплення 4.

Особливістю конструкції ортеза є застосування гомілковостопних металевих багатофункціональних підпружинених шарнірів подвійної дії (рис. 3.2), які, залежно від варіантів комбінацій змінних упорів та пружин (рис. 3.3), відповідно до показань конкретного пацієнта, можуть у сагітальній площині забезпечити таке біомеханічне керування стопою:

- варіант 1 – повне унеможливлення рухливості в шарнірі;
- варіант 2 – унеможливлена рухливість під час підошовного розгинання та регульоване пружне тильне згинання;
- варіант 3 – унеможливлена рухливість під час підошовного розгинання та обмежене регульоване пружне тильне згинання;
- варіант 4 – регульовані пружні підошовні розгинання та тильне згинання;
- варіант 5 – регульоване пружне підошовне розгинання та унеможливлена рухливість під час тильного згинання;

варіант 6 – регульоване пружне підошовне розгинання та обмежене регульоване пружне тильне згинання;

варіант 7 – обмежене регульоване пружне підошовне розгинання та регульоване пружне тильне згинання;

варіант 8 – обмежене регульоване пружне підошовне розгинання та унеможливлена рухливість під час тильного згинання;

варіант 9 – обмежені регульовані пружні підошовні розгинання та тильне згинання.

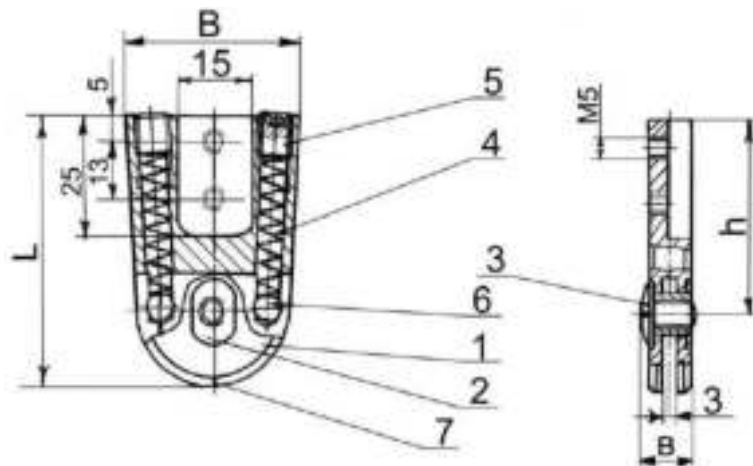


Рисунок 3.2 – Гомілковостопний металевий багатофункціональний підпружинений шарнір подвійної дії

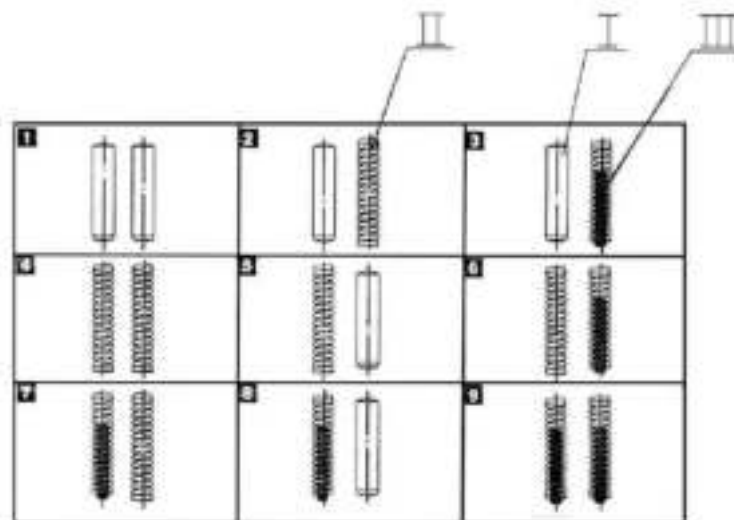


Рисунок 3.3 – Варіанти біомеханічного керування стопою залежно від комбінації змінних упорів та пружин шарніра: I – жорсткі упори; II – пружини; III – жорсткі упори меншого \varnothing для установки в пружини

Основні технологічні операції виготовлення ортеза, гомілковостопні шарніри й шини якого розміщені всередині гільз:

- огляд пацієнта та призначення виробу;
- розмічення та зняття мірок з нижньої кінцівки;

- виготовлення гіпсового негатива нижньої кінцівки;
- розмічення та підготування негатива нижньої кінцівки до заливки гіпсом;
- виготовлення гіпсової моделі нижньої кінцівки;
- виготовлення м'якого вкладиша з педилену в гільзу стопи;
- підганяння шин по гіпсовій моделі нижньої кінцівки;
- виготовлення ребер жорсткості для гільзи гомілки;
- виготовлення заготовки гільз нижньої кінцівки з термопластичного матеріалу;
- виготовлення гільз гомілки й стопи;
- попереднє складання ортеза;
- виготовлення елементів кріплення;
- виготовлення клапанів із педилену на кріплення ортеза;
- виготовлення накладок із педилену на шарніри та шини;
- попереднє примірювання ортеза та його корегування;
- повторне примірювання та корегування ортеза;
- остаточне складання ортеза;
- примірювання та видача ортеза пацієнтові.

Розглянемо ще кілька моментів щодо конструкції ортеза. В ортез, залежно від показань, можуть установлюватися різні конструкції металевих гомілковостопних шарнірів із шинами, які, про що вже говорилося, можуть міститися або всередині, або зовні гільз виробу. Під час установлення шарнірів і шин усередину гільз ортези більш міцні, оскільки шини в разі обтягування термопластом утворюють ложементи, що одночасно є ребрами жорсткості – косметичні, ремонтпридатні. Однак технологія їхнього виготовлення більш трудомістка й корекція положення шин щодо гільз ортеза (за необхідності) практично неможлива.

Якщо необхідний ортез підвищеної міцності та жорсткості для пацієнтів великої ваги, із серйозними деформаціями в ділянці гомілковостопних суглобів та іншими важкими патологіями, то його рекомендується виготовляти з відповідної акрилової смоли, яка посилена вуглеволокном, методом ламінації ливарних смол. Проте необхідно зауважити, що ця технологія досить дорога й трудомістка. Завдяки жорсткості та міцності ортези з акрилових смол, залежно від показань, можуть виготовлятися або з одним гомілковостопним металевим шарніром, який розташовується по латеральному (зовнішньому) боці ортеза, або з двома шарнірами. В ортези з термопластів, як правило, установлюється два гомілковостопних металевих шарніри.

На рис. 3.4–3.6 наведено ілюстрації конструкцій ортезів і його застосування.



Рисунок 3.4 – Шарнірний АФО з гільзами гомілки та стопи з термопластичних матеріалів із металевими багатофункціональними гомілковостопними шарнірами подвійної дії (зверніть увагу: шина стопи розміщуються всередині гільзи, а шина гомілки – зовні гільзи гомілки)



Рисунок 3.5 – Застаріла конструкція шарнірного АФО (зверніть увагу: шини стопи вбудовані в підошву черевика. Необхідно зазначити, що такі конструкції АФО ще застосовуються за кордоном)



Рисунок 3.6 – Пацієнтка УкрНДПротезування в лівому ортезі на гомілковостопний суглоб-стопу з металевими багатофункціональними гомілковостопними шарнірами подвійної дії (зверніть увагу: шини стопи й гомілки розміщені всередині гільз ортеза)

Ортези на гомілковостопний суглоб-стопу з неметалевими пружними гомілковостопними шарнірами (патент на винахід України № 75285 «Ортез на гомілковостопний суглоб»)[35]

Ортези на гомілковостопний суглоб-стопу з неметалевими пружними гомілковостопними шарнірами призначається хворим різних вагових категорій (30, 60 та 80 кг), якщо залишкова сила м'язів нижніх кінцівок за шкалою Янда не менша за такі показники:

- м'язи-згиначі стегна – 4–5 балів;
- м'язи-розгиначі стегна – 4–5 балів;
- м'язи-згиначі коліна – 4–5 балів;
- м'язи-розгиначі коліна – 4–5 балів;
- м'язи, які піднімають стопу – 0–2 бали;
- м'язи, які опускають стопу – 4–5 балів;

для коригування, варусної / вальгусної деформації гомілковостопного суглоба малого ступеня, підтримки відвислої (еквінусної) стопи у фазу переносу та фіксування нижньої кінцівки у визначеному положенні.

Ортези мають виконувати такі функції:

- забезпечувати корекцію деформацій;
- забезпечувати підтримку відвислої (еквінусної) стопи у фазу переносу;
- забезпечувати фіксацію нижніх кінцівок;
- забезпечувати управління нижніми кінцівками під час ходьби;
- забезпечувати опороздатність під час стояння та ходьби;
- забезпечувати компенсацію ослаблених м'язів;
- забезпечувати легке надягання та знімання ортезів у положенні

пацієнта сидячи.

Зовнішній вигляд ортеза наведено на рис. 3.7.

Гільзи гомілки та стопи виготовляються з термопластичного матеріалу – поліетилену або поліпропілену – методом вакуумного термоформування.

Особливістю конструкції ортеза є:

- застосування гомілковостопних неметалевих шарнірів із поліуретану, завдяки яким ортез, у разі збереження функцій шарнірного AFO, має мінімальну вагу;
- застосування обмежувача підошовного згинання, що вбудований у конструкцію ортеза й завдяки якому, залежно від показань, можна регулювати кут тильного згинання.

Основні види неметалевих поліуретанових шарнірів, що використовуються в ортезі, наведені в табл. 3.1.

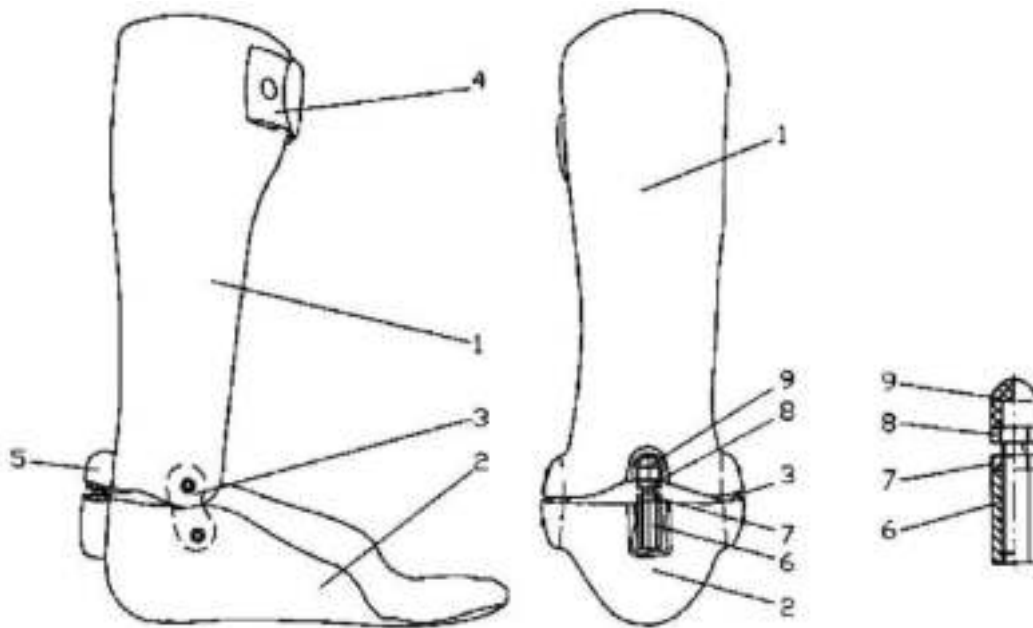


Рисунок 3.7 – Зовнішній вигляд ортеза на гомілковостопний суглоб-стопу з неметалевими пружними гомілковостопними шарнірами: 1 – гільза гомілки; 2 – гільза стопи; 3 – шарнір гомілковостопний; 4 – елементи кріплення; 5 – обмежувач підшовного згинання; 6 – втулка; 7, 8 – гайка; 9 – упор із гвинтом

Таблиця 3.1 – Види неметалевих поліуретанових шарнірів

Тип конструкції шарнірів	Рисунок шарнірів	Біомеханічне керування стопою
<p>Поліуретановий шарнір подвійної дії (прямий):</p> <ul style="list-style-type: none"> – стандартний; – із внутрішнім сердечником, що перешкоджає подовженню; – установлюється тільки всередину гільз ортеза. 		<p><i>Фронтальна площина:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> – утримання гомілковостопного суглоба. <p><i>Сагітальна площина:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> – вільне підшовне / тильне згинання стопи.
<p>Поліуретановий шарнір (гнутий), що сприяє тильному згинанню:</p> <ul style="list-style-type: none"> – стандартний; – із внутрішнім сердечником, що перешкоджає подовженню; – установлюється тільки всередину гільз ортеза. 		<p><i>Фронтальна площина:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> – утримання гомілковостопного суглоба. <p><i>Сагітальна площина:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> – сприяння тильному згинанню стопи.

Основні технологічні операції виготовлення ортеза на гомілковостопний суглоб-стопу з неметалевими пружними гомілковостопними шарнірами аналогічні технологічним операціям виготовлення АФО з металевими шарнірами. Через відсутність у цьому технологічному процесі операції підганяння шин, трудомісткість виготовлення АФО з неметалевими шарнірами значно нижча.

На рис. 3.8 наведено ілюстрацію конструкції ортеза.



Рисунок 3.8 – АФО з неметалевими пружними поліуретановими шарнірами (зверніть увагу: у цьому ортезі застосовані гнуті поліуретанові шарніри, що сприяють тильному згинанню стопи у фазу переносу нижньої кінцівки, на гільзах ортеза ззаду виконаний обмежувач підшовного згинання стопи)

Ортези на гомілковостопний суглоб-стопу з неметалевими гомілковостопними шарнірами з матеріалу «препрег» (патент на винахід України № 98282 «Спосіб виготовлення шарнірів для протезно-ортопедичних виробів») [36]

Основною перевагою комплектувальних виробів із препрегу (шарнірів, шин) є те, що за умови співвимірних характеристик міцності, їхня вага приблизно удвічі-тричі менша порівняно з металевими аналогами.

Ортези на гомілковостопний суглоб-стопу з неметалевими гомілковостопними шарнірами з матеріалу «препрег» призначаються хворим різних вагових категорій (30, 60 та 100 кг), якщо залишкова сила м'язів нижніх кінцівок за шкалою Янда не менша за такі показники:

- м'язи-згиначі стегна – 4–5 балів;
- м'язи-розгиначі стегна – 4–5 балів;

- м'язи-згиначі коліна – 4–5 балів;
- м'язи-розгиначі коліна – 4–5 балів;
- м'язи, які піднімають стопу – 2–3 бали;
- м'язи, які опускають стопу – 2–3 бали;

для коригування, варусної / вальгусної деформації гомілковостопного суглоба, середнього та великого ступеня та фіксування нижньої кінцівки у визначеному положенні.

Ортези мають виконувати такі функції:

- забезпечувати корекцію деформацій;
- забезпечувати фіксацію нижніх кінцівок;
- забезпечувати управління нижніми кінцівками під час ходьби;
- забезпечувати опороздатність під час стояння та ходьби;
- забезпечувати компенсацію ослаблених м'язів;
- забезпечувати легке надягання та знімання ортезів у положенні

пацієнта сидячи.

Зовнішній вигляд ортеза наведено на рис. 3.9.



Рисунок 3.9 – Зовнішній вигляд ортеза на гомілковостопний суглоб-стопу з неметалевими гомілковостопними шарнірами з матеріалу «препрег»

Гільзи гомілки та стопи виготовляються з термопластичного матеріалу – поліетилену або поліпропілену – методом вакуумного термоформування. На гомілковостопні шарніри з препрегу з внутрішнього боку наклеєні м'які накладки з педилену для підвищення комфортності в процесі експлуатації ортеза.

Особливістю конструкції ортеза є те, що завдяки використанню гомілковостопних шарнірів із матеріалу «препрег», удається істотно знизити

його вагу (приблизно у 1,5 раза) порівняно з аналогічними конструкціями, в яких використовуються металеві гомілковостопні шарніри із шинами.

Конструкції гомілковостопних і колінних шарнірів із матеріалу «препрег» зображені на рис. 3.10.

Основні технологічні операції виготовлення ортеза на гомілковостопний суглоб-стопу з неметалевими гомілковостопними шарнірами з матеріалу «препрег» аналогічні технологічним операціям виготовлення АФО з металевими шарнірами. Як зазначалося раніше, через відсутність у цьому технологічному процесі операції підганяння шин, трудомісткість виготовлення АФО з неметалевими шарнірами значно нижча.



Рисунок 3.10 – Конструкції гомілковостопних (ліворуч) і колінних (праворуч) шарнірів із матеріалу «препрег»

На рис. 3.11 наведено ілюстрацію практичного застосування ортезів.



Рисунок 3.11 – Пацієнт УкрНДІпротезування – дитина з діагнозом ДЦП у двох АФО з неметалевими гомілковостопними шарнірами з матеріалу «препрег»

Розвантажувальні ортезина гомілковостопний суглоб-стопу (з упором у власну зв'язку надколінка) (патент на винахід України № 103279 «Ортез на гомілковостопний суглоб») [37]

Розвантажувальні ортези на гомілковостопний суглоб-стопу призначаються хворим – дітям та дорослим різних вагових категорій (до 125 кг), якщо залишкова сила м'язів нижніх кінцівок за шкалою Янда не менша за такі показники:

- м'язи-згиначі стегна – 4–5 балів;
- м'язи-розгиначі стегна – 4–5 балів;
- м'язи-згиначі коліна – 4–5 балів;
- м'язи-розгиначі коліна – 4–5 балів;
- м'язи, які піднімають стопу – 4–5 балів;
- м'язи, які опускають стопу – 4–5 балів;

для консервативного лікування переломів великогомілкової та малоомілкової кісток, переломів у ділянці гомілковостопного суглоба, хибних суглобах кісток гомілки з метою необхідного розвантаження ураженої нижньої кінцівки методом упору у власну зв'язку надколінка (принцип протеза гомілки), підвищення мобільності пацієнта та прискорення процесу його одужання.

Ортези мають виконувати такі функції:

- забезпечувати розвантаження (повне або часткове) ураженої нижньої кінцівки;
- забезпечувати надійну іммобілізацію кінцівки у функціональному положенні;
- забезпечувати управління нижньою кінцівкою під час ходьби;
- забезпечувати опороздатність під час стоянні та ходьби;
- забезпечувати спокій кінцівці під час запального періоду захворювання, у разі гострої травми чи після оперативного лікування;
- забезпечувати профілактику деформацій та унеможливлувати її рецидив шляхом утримання кінцівки у визначеному для кожного випадку положенні;
- забезпечувати збереження рухомості в суміжних суглобах нижньої кінцівки, а на завершальних етапах лікування і в травмованих суглобах, надаючи рухам необхідний напрямок і амплітуду в різних, можливих для цього суглоба площинах;
- забезпечувати можливість одночасного застосування інших необхідних методів лікування та реабілітації (гімнастика, масаж, фізіо-, лазеро-, бальнеотерапія тощо).

Зовнішній вигляд ортеза наведено на рис. 3.12.

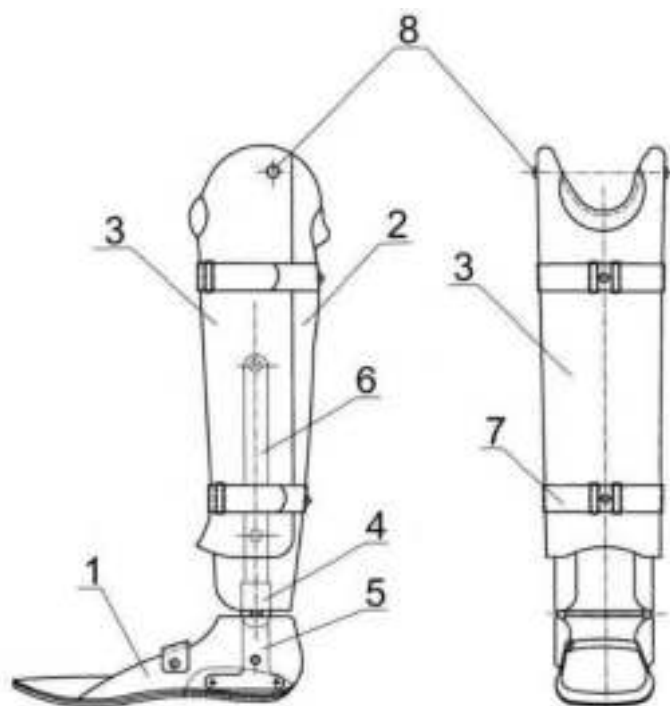


Рисунок 3.12 – Зовнішній вигляд розвантажувального ортеза на гомілковостопний суглоб-стопу

Ортез містить індивідуальні гільзи стопи 1, гомілки 2, передній клапан 3, які виготовляються із термопластичного матеріалу методом термоформування і з'єднуються за допомогою системних гомілковостопних шарнірів 4 із системними гомілковостопними шинами шарніра 5, системні шини стегна 6 та елементи кріплення 7 до кінцівки.

Передній клапан 3, який виконано з упором у власну зв'язку надколінка, з допомогою двох осей 8 (роль осей виконують заклепки «холнітен»), рухливо з'єднаний із гільзою гомілки 2 та в опущеному положенні надійно фіксує та розвантажує вражену кінцівку в гільзі гомілки 2 за умови зафіксованих елементів кріплення 7. Піднімання догори переднього клапана 3 щодо гільзи гомілки 2 в разі розфіксованих елементів кріплення 7 сприяє зручному надяганню ортеза на кінцівку пацієнта.

Товщина термопластичних матеріалів для виготовлення гільз ортеза підбирається залежно від ваги пацієнта й може бути 4, 5 або 6 мм.

У конструкції ортеза можуть застосовуватися будь-які металеві гомілковостопні шарніри, що підходять за медичними показаннями, відповідають технології виготовлення ортеза та підбираються залежно від ваги та функціонального стану пацієнта.

Особливостями конструкції ортеза є передній клапан, який шарнірно з'єднаний із гільзою гомілки, що надає змогу витримати форму посадкового

кільця для кращого розвантаження кінцівки за принципом протеза гомілки. Така конструкція також дозволяє змінювати навантаження під власну зв'язку надколінка за рахунок переміщення переднього клапана по висоті щодо гільзи гомілки (за необхідності). Використання в ортезі металевих системних шин дає змогу зробити конструкцію ортеза більш жорсткою.

У запропонованій конструкції ортеза гомілковостопні шарніри з шинами встановлені всередині гільз гомілки та стопи. Допускається встановлювати шарніри та шини зовні.

Наведемо основні технологічні операції виготовлення розвантажувального ортеза на гомілковостопний суглоб-стопу, гомілковостопні шарніри та шини якого розміщені всередині гільз:

- огляд хворого, визначення показань щодо призначення ортеза;
- розмічення та зняття мірок з нижньої кінцівки пацієнта;
- виготовлення гіпсового негатива нижньої кінцівки;
- виготовлення гіпсової моделі нижньої кінцівки;
- розмічення на моделі базових ліній схеми побудови ортеза нижньої кінцівки та уточнення розташування центрів механічних гомілковостопних шарнірів за допомогою лазерного рівня;
- устанавлення на модель нижньої кінцівки пластин для співвісності та паралельності гомілковостопних шарнірів;
- підганяння системних гомілковостопних шарнірів із шинами по моделі;
- виготовлення індивідуальних гільз гомілки та стопи методом вакуумного термоформування;
- виготовлення переднього клапана методом вакуумного термоформування;
- розмічення, обрізання та оброблення гільз ортеза;
- попереднє складання ортеза та розмічення центрів отворів для встановлення елементів кріплення;
- виготовлення елементів кріплення та встановлення їх на ортез;
- попереднє примірювання ортеза;
- підганяння й остаточне складання ортеза;
- примірювання й видача ортеза пацієнтові в постійне користування.

Особливістю технології виготовлення цього ортеза є:

- виготовлення гіпсової моделі з упором у власну зв'язку надколінка, що дозволяє розвантажити кінцівку (за принципом протеза гомілки);
- виготовлення переднього клапана методом вакуумного термоформування по гіпсовій моделі з розташованою на ній гільзою гомілки зі стопою;

– виготовлення подвійних пряжок та циркулярних елементів кріплення для фіксації переднього клапана щодо гільзи гомілки, яка забезпечує більш рівномірне затягування;

– примірювання ортеза пацієнтові, під час якої визначається розташування переднього клапана щодо гільзи гомілки з метою досягнення оптимального розвантаження нижньої кінцівки;

– шарнірне з'єднання переднього клапана з гільзою гомілки, що робить ортез функціональним і надійним.

Нижче наведені фотографії, що ілюструють конструкцію ортеза та його практичне застосування. Зверніть увагу: на передньому клапані для підвищення комфортності під власну зв'язку надколінка зроблений м'який пелот із педилену; пацієнт ходить по вулиці без взуття, тому на гільзу стопи ортеза наклеєна підошва.

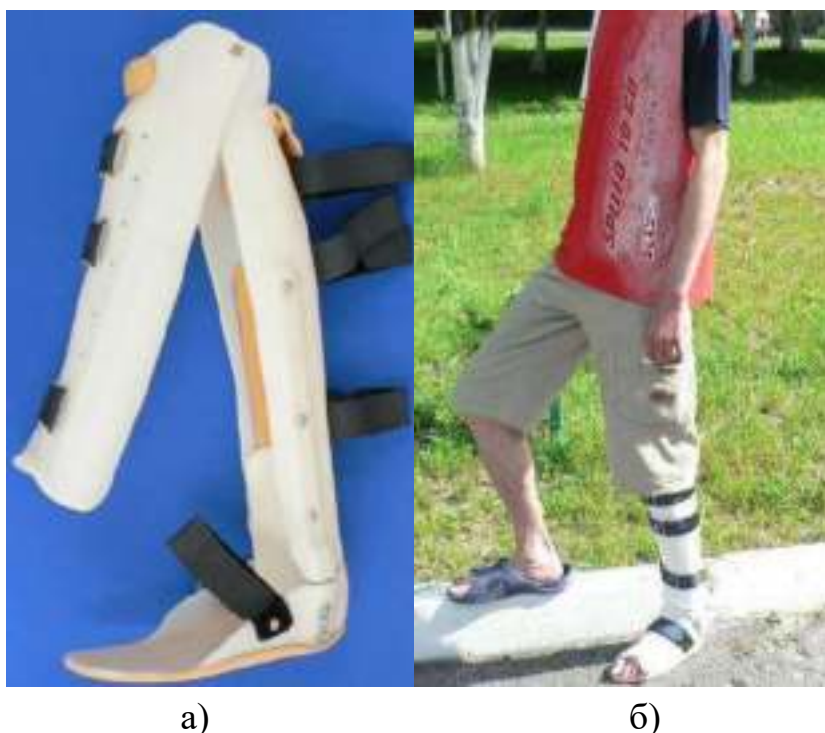


Рисунок 3.13 – Розвантажувальний ортез на гомілковостопний суглоб-стопу, виготовлений для пацієнта УкрНДІпротезування з переломом кісток гомілки, що погано зростається: а – загальний вигляд ортеза; б – пацієнт в ортезі

3.2 Приклади призначень ортезів на гомілковостопний суглоб-стопу (AFO)

У першому розділі наведені загальні положення, що визначають призначення ортезів нижніх кінцівок. У цьому підрозділі йтиметься конкретно про призначення шарнірних ортезів на гомілковостопний суглоб-стопу (AFO).

Залежно від залишкової сили м'язів нижніх кінцівок, визначеної за методиками, описаними в розділі 1, пацієнтів, яким передбачається призначити шарнірний АФО, поділяють на два типи:

I тип – має місце параліч м'язів, що піднімають стопу, з максимальною збереженою силою за шкалою Янда від 0 до 2 балів (рис. 3.14).

У цьому разі в людини може бути:

- відсутня деформація в колінному суглобі нижньої кінцівки;
- присутня вальгусна чи варусна деформація в колінному суглобі нижньої кінцівки.

Пацієнт може стояти на враженій кінцівці без додаткової підтримки завдяки збереженій силі інших м'язів нижньої кінцівки. Під час ходьби відвисає стопа.

II тип – припускає параліч м'язів, що опускають та піднімають стопу, з максимальною збереженою силою від 0 до 2 балів за шкалою Янда та параліч м'язів, що розгинають коліно, зі збереженою силою від 3 до 5 балів за шкалою Янда (рис. 3.15).

У цьому разі в пацієнта може бути:

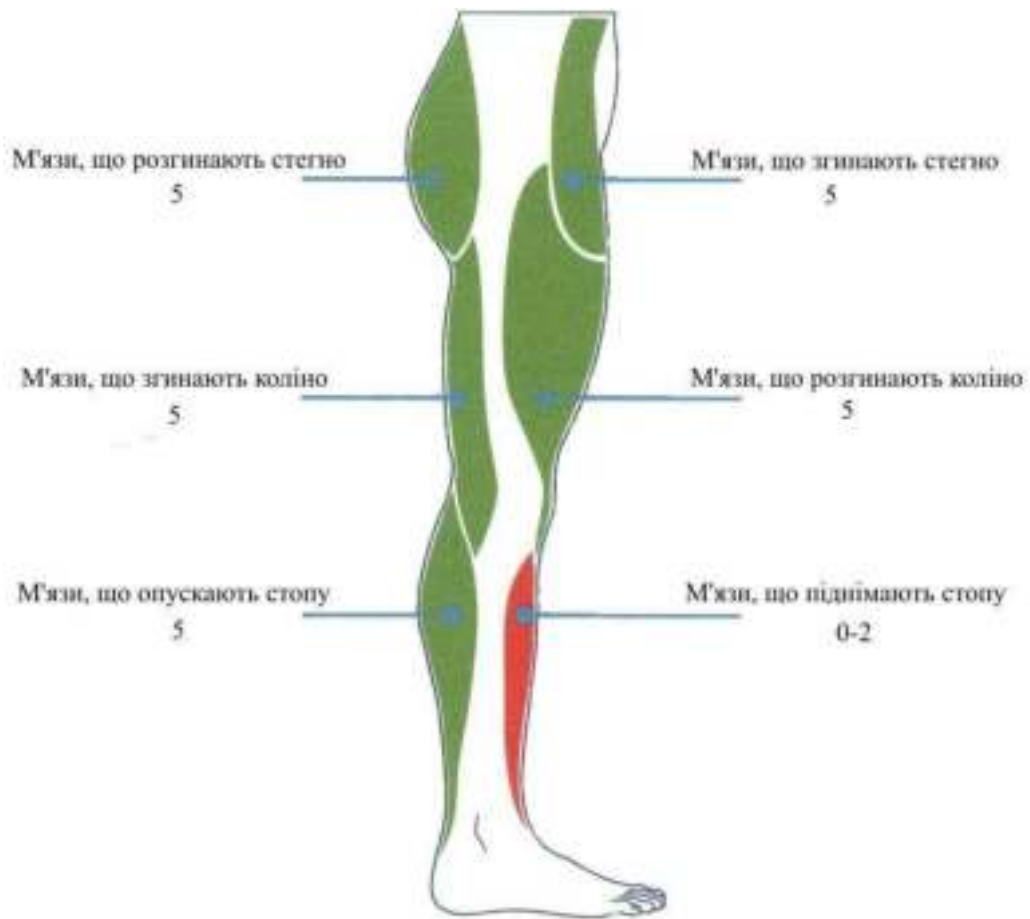
- відсутня вальгусна чи варусна деформація в колінному суглобі нижньої кінцівки, але присутня рекурвація або контрактура;
- присутня вальгусна чи варусна деформація в колінному суглобі нижньої кінцівки в поєднанні з рекурвацією або контрактурою.

Пацієнт може стояти на враженій кінцівці без додаткової підтримки завдяки збереженій силі інших м'язів нижньої кінцівки. Під час ходьби пацієнт не керує рухами стопи в сагітальній і фронтальній площинах, а також може мати проблему з підгинанням колінного суглоба, якщо сила м'язів, які розгинають коліно, – 3 бали за шкалою Янда.

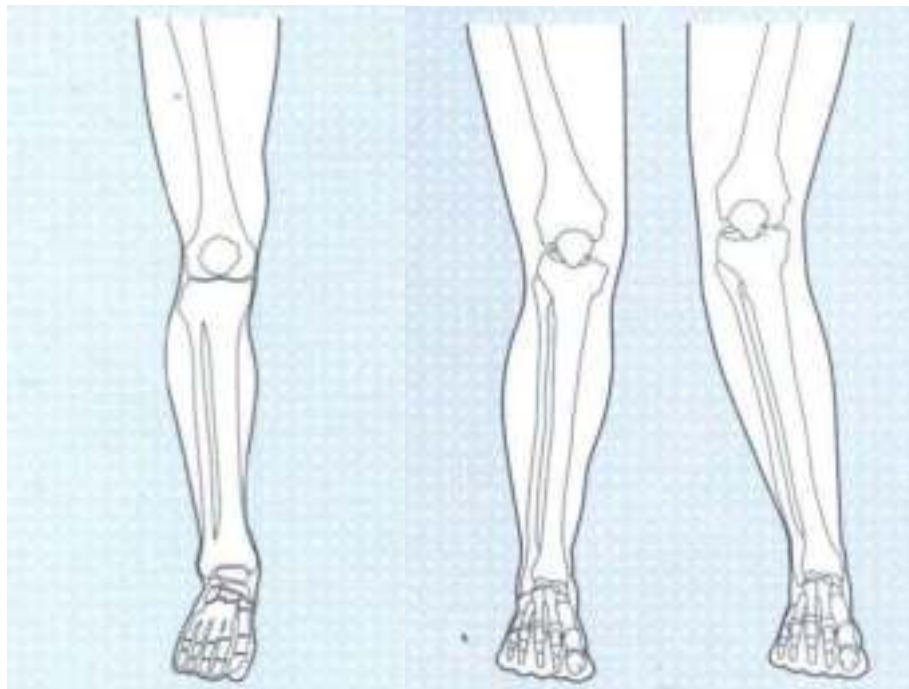
Для пацієнтів I типу пацієнтів можливі два варіанти конструкції ортезів залежно від наявності або відсутності деформації (рис. 3.16):

I варіант – ортез на гомілковостопний суглоб-стопу з одnobічним установленням гомілковостопного шарніра (рис. 3.16, а) для пацієнтів, у яких відсутня деформація в колінному суглобі нижньої кінцівки (див. рис. 3.14, а, б);

II варіант – ортез на гомілковостопний суглоб-стопу з двобічним установленням гомілковостопних шарнірів (рис. 3.16, б) для пацієнтів, у яких присутня вальгусна чи варусна деформація в колінному суглобі нижньої кінцівки (див. рис. 3.14, а, в). У разі вальгусної деформації гільза гомілки виконується максимально високою в проксимальній (верхній) частині з медіального (внутрішнього) боку, якщо варусна – з латерального (зовнішнього).



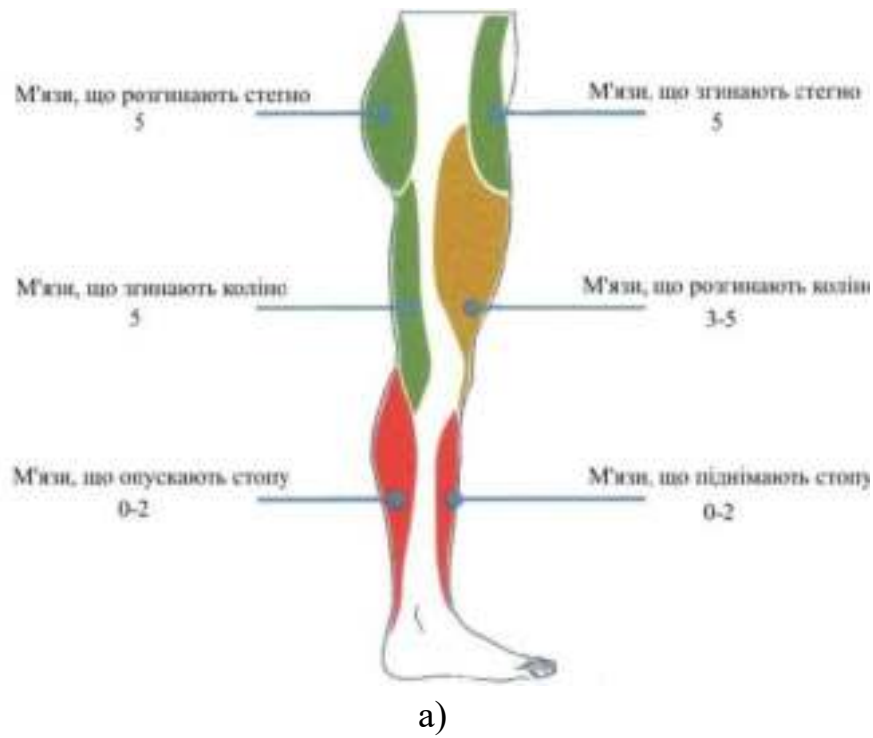
а)



б)

в)

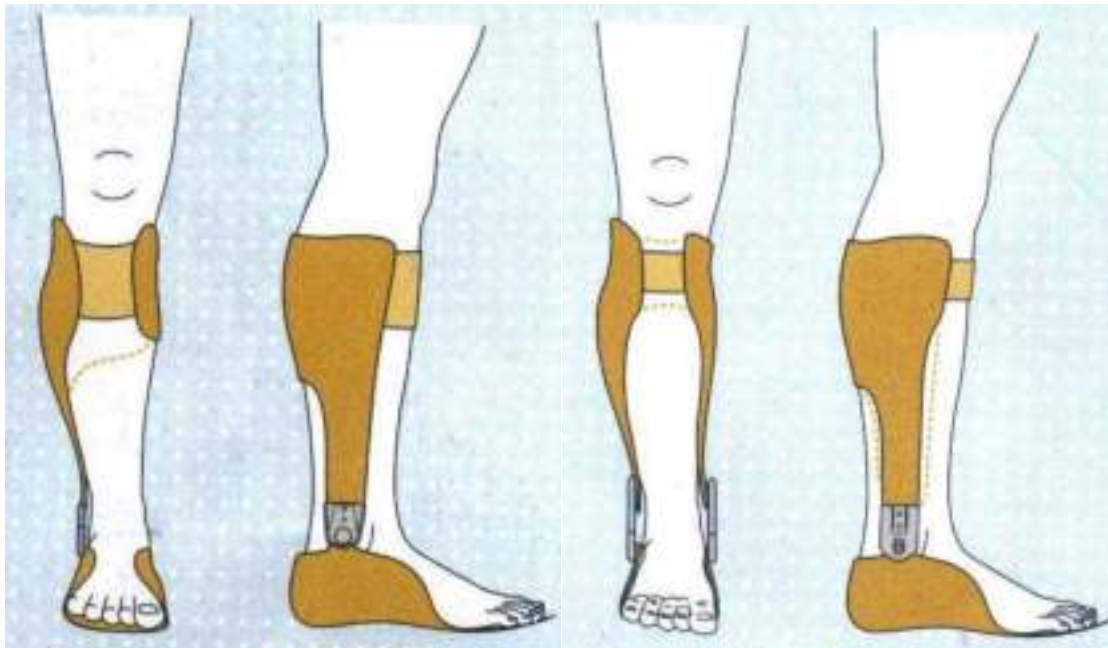
Рисунок 3.14 – Сила м'язів та можливі варіанти деформацій нижніх кінцівок у пацієнтів I типу: а – сила м'язів нижньої кінцівки; б – відсутня деформація в колінному суглобі нижньої кінцівки; в – присутня вальгусна чи варусна деформація в колінному суглобі нижньої кінцівки



б)

в)

Рисунок 3.15 – Сила м'язів та можливі варіанти деформацій нижніх кінцівок у пацієнтів II типу: а – сила м'язів нижньої кінцівки; б – відсутня вальгусна чи варусна деформація в колінному суглобі нижньої кінцівки, але присутня рекурвація або контрактура; в – присутня вальгусна чи варусна деформація в колінному суглобі нижньої кінцівки в поєднанні з рекурвацією або контрактурою



а)

б)

Рисунок 3.16 – Варіанти конструкцій ортезів для пацієнтів I типу:

а – ортез на гомілковостопний суглоб-стопу, I варіант;

б – ортез на гомілковостопний суглоб-стопу, II варіант

У конструкціях цих ортезів гільзи гомілки та стопи виконуються відкритими по передній поверхні. Як гомілковостопні шарніри можна застосовувати шарніри з однією пружиною або шарніри вільного руху, обмеживши водночас підошовне згинання [7].

Для пацієнтів II типу можливі чотири варіанти конструкцій ортезів залежно від наявності або відсутності деформації (рис. 3.17):

I варіант – ортез на гомілковостопний суглоб-стопу з однобічним установленням гомілковостопного шарніра (рис. 3.17, а) для пацієнтів, у яких відсутня вальгусна чи варусна деформація в колінному суглобі нижньої кінцівки, але присутня рекурвація (див. рис. 3.15, а, б). У конструкції цього ортеза гільзи гомілки та стопи виконуються відкритими по передній поверхні. Гільза гомілки виконується максимально високою по задній поверхні для утримання рекурвації.

II варіант – ортез на гомілковостопний суглоб-стопу з однобічним установленням гомілковостопного шарніра (рис. 3.17, б) для пацієнтів, у яких відсутня вальгусна чи варусна деформація в колінному суглобі нижньої кінцівки, але присутня контрактура (див. рис. 3.15, а, б). У конструкції цього ортеза гільза гомілки виконується відкритою по задній поверхні, у стопи – по передній. Гільза гомілки виконується максимально високою по передній поверхні, на 2–3 см нижче від суглобної щілини колінного суглоба.

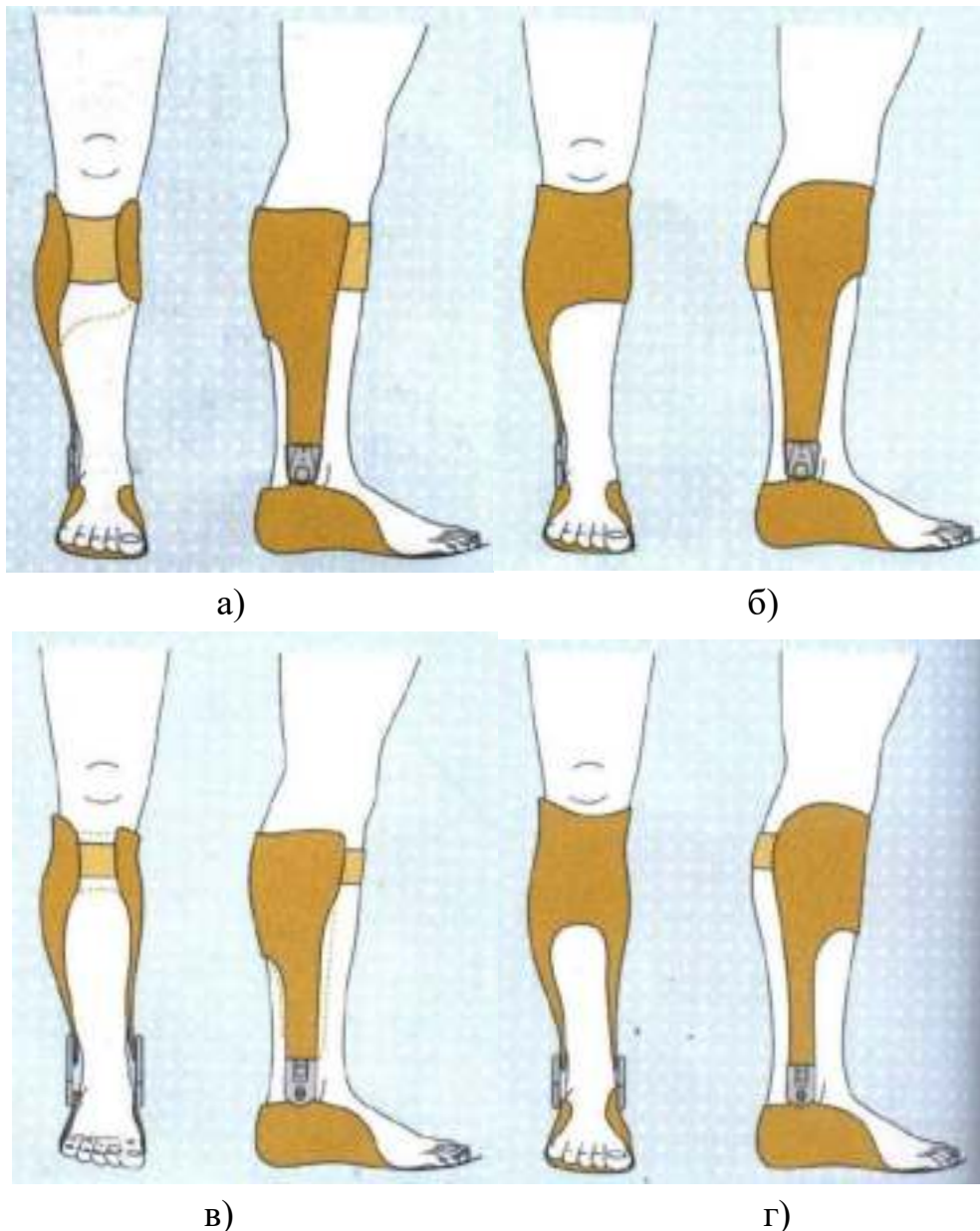


Рисунок 3.17 – Варіанти конструкцій ортезів для пацієнтів II типу: а – ортез на гомілковостопний суглоб-стопу, I варіант; б – ортез на гомілковостопний суглоб-стопу, II варіант; в – ортез на гомілковостопний суглоб-стопу, III варіант; г – ортез на гомілковостопний суглоб-стопу, IV варіант

III варіант – ортез на гомілковостопний суглоб-стопу з двобічним установленням гомілковостопних шарнірів (рис. 3.17, в) для пацієнтів, у яких присутня вальгусна чи варусна деформація в колінному суглобі нижньої кінцівки та рекурвація (див. рис. 3.15, а, в). У конструкції цього ортеза гільзи гомілки та стопи виконуються відкритими по передній поверхні. Гільза гомілки виготовляється максимально високою по задній поверхні для утримання рекурвації. У разі вальгусної деформації гільза гомілки виконується максимально високою в проксимальній частині з медіального боку, якщо варусна – з латерального.

IV варіант – ортез на гомілковостопний суглоб-стопу з двобічним установленням гомілковостопних шарнірів (рис. 3.17, з) для пацієнтів, у яких присутня вальгусна чи варусна деформація в колінному суглобі нижньої кінцівки та контрактура (див. рис. 3.15, а, в). У конструкції цього ортеза гільза гомілки виконується відкритою по задній поверхні, а гільза стопи – по передній. Гільза гомілки виконується максимально високою по передній поверхні, на 2–3 см нижче від суглобної щілини колінного суглоба. Якщо вальгусна деформація, гільза гомілки виготовляється максимально високою в проксимальній частині з медіального боку, у разі варусної – з латерального.

Як гомілковостопні шарніри можна застосовувати багатофункціональні шарніри з двома пружинами для забезпечення можливості компенсації функції м'язів, що піднімають та опускають стопу, або шарніри з однією пружиною, або шарніри вільного руху, обмеживши водночас підошовне згинання [7].

3.3 Ортези на колінний суглоб (КО)

Ортези на колінний суглоб із двохосьовими металевими шарнірами [38]

Шарнірні ортези на колінний суглоб – КО (*knee orthoses*) – застосовуються, як правило, в разі ізольованих патологій у колінному суглобі – звичайна варусна або вальгусна кутова деформація, вторинна – після артритного враження ділянки виростків стегна. Для розвантаження хворобливого виростка, а також щоб перешкодити подальшому розвитку хвороби, необхідні ортези з довгими важелями для створення необхідного моменту сил, які коригують. Корекція будь-якої деформації варусної або вальгусної, згинальної або розгинальної контрактур, рекурвації колінного суглоба основана на принципі дії трьох сил (рис. 3.18).

У цьому разі дві сили діють з увігнутого боку деформації, а третя – протилежна – сила діє на центр деформації з опуклого боку їм назустріч. Що довші плечі двох сил (моменти), які діють з увігнутого боку, то менші сили необхідні й більш безболісно та ефективно відбувається корекція.

Шарнірні ортези на колінний суглоб призначаються хворим різних вагових категорій (до 100 кг) для коригування, фіксування та підтримування нижньої кінцівки у визначеному положенні в разі захворювань і різних форм деформацій колінного суглоба:

- травми передньої або задньої хрестоподібної внутрішньої та зовнішньої колатеральних зв'язок;
- артоз колінного суглоба;

- рекурвація (перерозгинання) колінного суглоба;
- вальгусна деформація колінного суглоба;
- варусна деформація колінного суглоба.

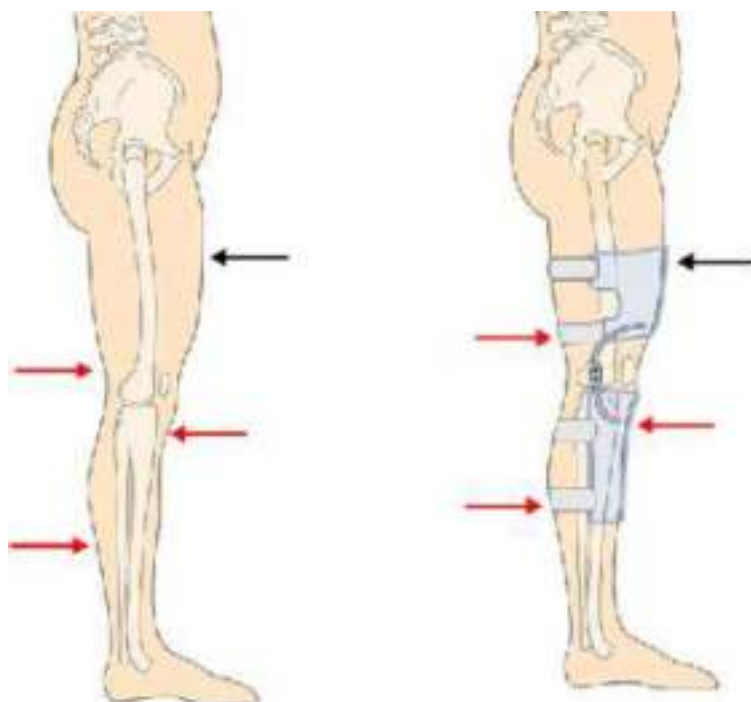


Рисунок 3.18 – Триточковий принцип дії сил під час корекції деформації колінного суглоба

Ортези мають виконувати такі функції:

- забезпечувати надійну фіксацію нижніх кінцівок;
- забезпечувати корекцію деформацій;
- забезпечувати компенсацію ослаблених м'язів;
- забезпечувати опороздатність під час стояння та ходьби;
- забезпечувати управління нижніми кінцівками під час ходьби;
- забезпечувати легке надягання та знімання ортезів у положенні пацієнта сидячи та лежачи.

Зовнішній вигляд ортеза наведено на рис. 3.19.

Ортез, розроблений в УкрНДІпротезування, містить індивідуальні гільзи – гомілки 1, стегна 2, виготовлені за технологією вакуумного термоформування з поліетилену або пропілену, дві шарнірні колінні двохосьові шини 3. Ланки шин 3 кріпляться до гільз ортеза за допомогою гвинтів 5. Ортез фіксується на нижній кінцівці елементами кріплення 4.

В ортезах можуть застосовуватись шарнірні колінні шини різних конструкцій: двохосьові чи одноосьові. Однак пріоритет, за можливістю, рекомендується віддавати двохосьовим шинам, оскільки обертання

двохосьового шарніра більшою мірою відповідає обертанню анатомічного колінного суглоба ніж одноосьового. За умови певних показань в ортезах на колінний суглоб можуть застосовуватися замкові шини.

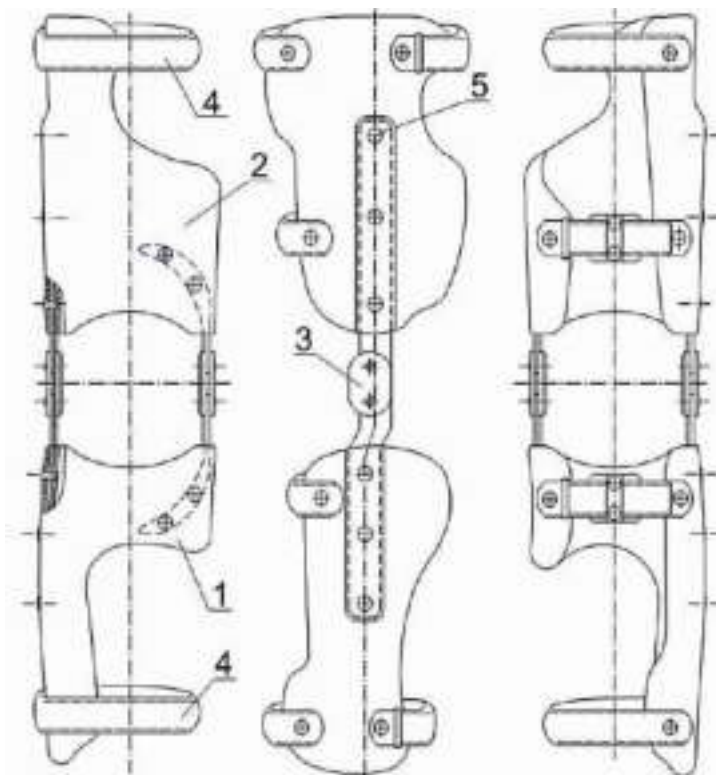


Рисунок 3.19 – Зовнішній вигляд ортеза на колінний суглоб:

- 1 – гільза гомілки; 2 – гільза стегна; 3 – шини шарнірні колінні;
4 – елементи кріплення; 5 – гвинти для приєднання ланок шин до гільз ортеза

Ортез може бути виготовлений із внутрішнім розташуванням шарнірів із шинами в гільзах стегна й гомілки або із зовнішнім розташуванням.

Особливістю конструкції ортеза є:

- застосування металевих шин шарнірних колінних двоохосьових, завдяки конструкції яких ортези менше «сповзають» з нижніх кінцівок (основний недолік ортезів на колінний суглоб);
- спеціальна конфігурація гільз гомілки та стегна, що враховує індивідуальні особливості нижньої кінцівки й так само перешкоджає «сповзанню» ортеза.

Наведемо основні технологічні операції виготовлення ортеза на колінний суглоб:

- огляд пацієнта та призначення виробу;
- розмічення та зняття мірок з нижньої кінцівки;
- виготовлення гіпсового негатива нижньої кінцівки;

- виготовлення гіпсової моделі нижньої кінцівки;
- розмічення на гіпсовій моделі нижньої кінцівки базових ліній схеми побудови ортеза та уточнення розташування центрів механічних колінних шарнірів за допомогою лазерного рівня;
- установлення на гіпсову модель нижньої кінцівки пластин для співвісності та паралельності колінних шарнірів;
- підганяння шин шарнірних колінних двохосьових по гіпсовій моделі нижньої кінцівки;
- виготовлення заготовки гільз нижньої кінцівки з термопластичного матеріалу;
- виготовлення гільз стегна й гомілки;
- попереднє складання ортеза;
- виготовлення елементів кріплення;
- виготовлення клапанів на кріплення ортеза;
- попереднє примірювання ортеза та його корегування;
- повторне примірювання та корегування ортеза;
- остаточне складання ортеза;
- примірювання та видача ортеза пацієнтові.

На рис. 3.20 і 3.21 наведено ілюстрації конструкцій ортезів та їхнє практичне застосування [14; 15; 18; 19].

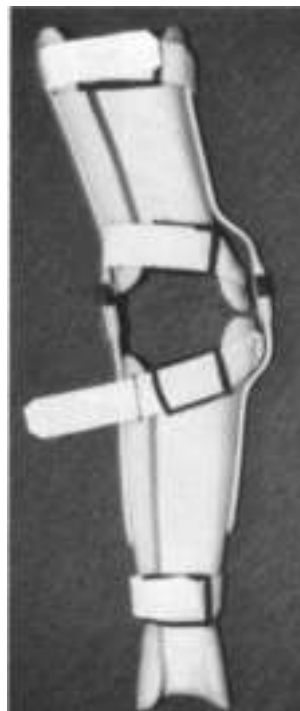


Рисунок 3.20 – Ортез на колінний суглоб з металевими одноосьовими замковими шинами (падаючі замки) для корекції вальгусної деформації колінного суглоба великого ступеня (зверніть увагу: шини розташовані зовні гільз ортеза)



Рисунок 3.21 – Пацієнтка УкрНДІпротезування з вальгусною деформацією правого колінного суглоба великого ступеня та больовим синдромом у разі навантаження в ортезі на колінний суглоб із двохосьовими шарнірами з шинами, які розташовані всередині гільз (необхідно зазначити, що під час користування ортезом больовий синдром практично був відсутній)

Ортези на колінний суглоб для розроблення згинальних контрактур колінних суглобів (патент на винахід України №105562 «Ортез для розробки контрактур колінних суглобів») [39]

Більш докладно розроблення контрактур колінних суглобів буде описане в п. 3.8. Тут показана тільки спеціальна конструкція ортеза на колінний суглоб.

Ортези на колінний суглоб для розроблення згинальних контрактур колінних суглобів призначаються для пацієнтів-дітей вагою до 60 кг для динамічного розроблення згинальних контрактур у колінному суглобі з постійним зусиллям, яке визначається залежно від медичного призначення лікаря.

Ортези мають виконувати такі функції:

- забезпечувати корекцію згинальних контрактур у колінних суглобах;
- забезпечувати надійну фіксацію нижніх кінцівок;
- забезпечувати опороздатність під час стояння та ходьби;
- забезпечувати управління нижніми кінцівками під час ходьби;
- забезпечувати легке надягання та знімання ортезів у положенні пацієнта сидячи та лежачи.

Зовнішній вигляд ортеза на колінний суглоб для розроблення згинальних контрактур колінних суглобів зображений на рис. 3.22.

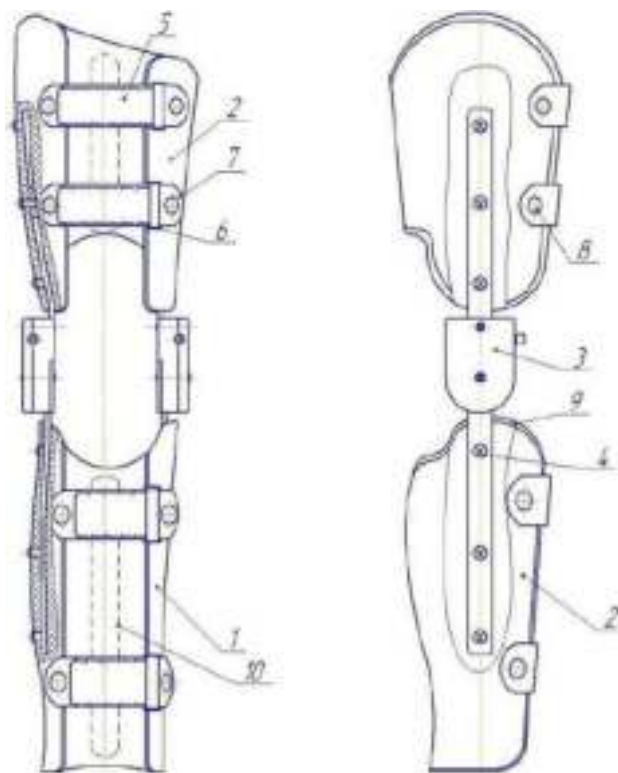


Рисунок 3.22 – Зовнішній вигляд ортеза на колінний суглоб для розроблення згинальних контрактур колінних суглобів

Ортез містить індивідуальні гільзи – гомілки 1, стегна 2, виготовлених із поліетилену або поліпропілену за технологією вакуумного термоформування, двох шин шарнірних колінних одноосьових зі спіральними пружинами 3. Шини шарнірні колінні 3 встановлюються всередину гільз 1, 2 і кріпляться до них за допомогою гвинтів 4. Ортез фіксується елементами кріплення 5, які складаються з ремінця зі стрічки *Velkro*, рамки 6 та петлі 7. Приєднуються елементи кріплення до гільз ортеза за допомогою заклепок «холнітен» 8. Для більш комфортного користування ортезом гільзи гомілки 1 та стегна 2 мають пом'якшувальні вкладиші з трикотажної плюшевої тканини 9, які кріпляться до них за допомогою приєднувальних смуг із «мікролипучки» 10.

В ортезах можуть застосовуватись шини шарнірні колінні для розроблення згинальних контрактур різних конструкцій.

Особливостями конструкції ортеза є:

– застосування шин шарнірних колінних зі спіральною пружиною, які дають змогу проводити плавну (безступінчасту) корекцію згинальних контрактур у колінному суглобі з постійним зусиллям;

– застосування в гільзах пом'якшувальних вкладишів із трикотажної плюшевої тканини робить ортез більш комфортним в експлуатації та дозволяє знизити надмірний тиск на м'які тканини нижньої кінцівки під час розроблення згинальних контрактур.

Основні технологічні операції виготовлення ортеза аналогічні технологічним операціям виготовлення ортеза на колінний суглоб із двохосьовими металевими шарнірами.

На рис. 3.23 і 3.24 наведено ілюстрації конструкцій ортезів та їхнє практичне застосування.



Рисунок 3.23 – Ортез на колінний суглоб із беззамковими двохосьовими шарнірами зі спеціальними вставками для обмеження згинання (*патент на винахід України № 82298 «Колінний шарнір для ортопедичних апаратів»*) і довгими гільзами стегна й гомілки з поліетилену для розроблення нефіксованої згинальної контрактури колінного суглоба (зверніть увагу: шини розташовані всередині гільз ортеза та гільзи відкриті по задній поверхні кінцівки) [40]



а)



б)

Рисунок 3.24 – Приклад застосування ортезів на колінний суглоб для розроблення згинальних контрактур на двох нижніх кінцівках у пацієнта УкрНДПротезування – дитини з діагнозом ДЦП:
а – пацієнт без ортезів;
б – пацієнт в ортезах (зверніть увагу: завдяки застосуванню ортезів кути згинальних контрактур значно зменшились)

Ортези на колінний суглоб з однобічним металевим шарніром із шинами та регульованою тянкою на протилежному боці (розробка УкрНДІпротезування)

Ортези на колінний суглоб з однобічним металевим шарніром з шинами та регульованою тянкою на протилежному боці призначаються пацієнтам-дорослим різних вагових категорій (до 80 кг) для коригування, фіксування та підтримування нижньої кінцівки у визначеному положенні в разі:

– остеоартрозу колінного суглоба III ступеня з вираженим больовим синдромом;

– нефіксованої варусної або вальгусної деформації колінного суглоба помірного ступеня (до 20°).

Ортези мають виконувати такі функції:

– забезпечувати надійну фіксацію нижніх кінцівок;

– забезпечувати корекцію деформацій;

– забезпечувати компенсацію ослаблених м'язів;

– забезпечувати опороздатність під час стояння та ходьби;

– забезпечувати управління нижніми кінцівками під час ходьби;

– забезпечувати легке надягання та знімання ортезів у положенні пацієнта сидячи та лежачи.

Зовнішній вигляд ортеза на колінний суглоб з однобічним металевим шарніром із шинами та регульованою тянкою на протилежному боці зображено на рис. 3.25.

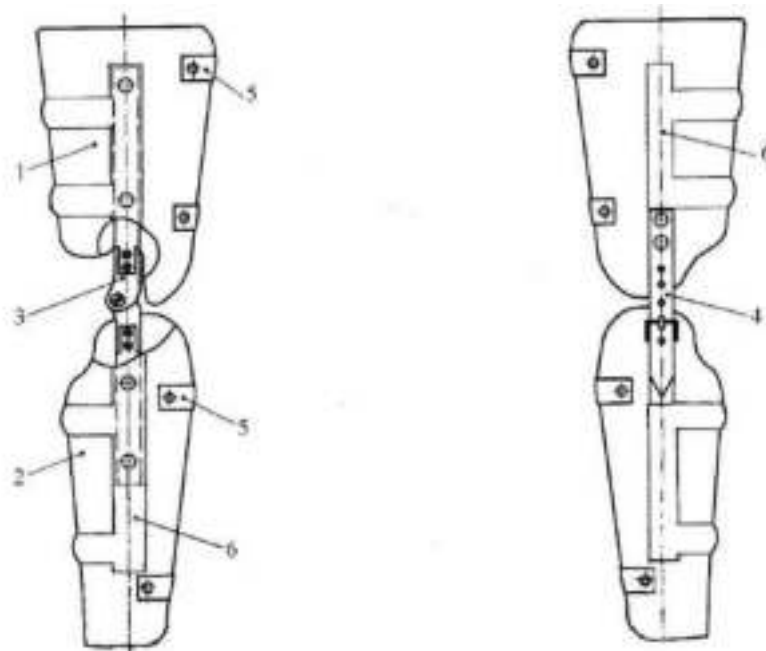


Рисунок 3.25 – Зовнішній вигляд ортеза на колінний суглоб з однобічним металевим шарніром із шинами та регульованою тянкою на протилежному боці:

1 – гільза стегна; 2 – гільза гомілки; 3 – шина шарнірна колінна;

4 – регульована тянка; 5 – елементи кріплення; 6 – ребра жорсткості

Ортез містить індивідуальні гільзи стегна 1 та гомілки 2, виготовлені методом вакуумного термоформування з поліетилену або пропілену, однієї шини шарнірної колінної 3, яка розташована всередині гільз ортеза. На протилежному від шини боці ортеза, з можливістю регулювання по висоті, розміщенарегульовальна тянка 4, яку зазвичай виготовляють зі шкіри. Ортез фіксується на нижній кінцівці за допомогою елементів кріплення 5. Для збільшення жорсткості гільз 1 та 2, на них кріпляться ребра жорсткості 6.

В ортезах можуть застосовуватись шини шарнірні колінні різних конструкцій: двохосьові чи одноосьові.

Особливістю конструкції ортеза є розташування регульованої тянки з боку вершини вальгусної або варусної деформації, а однобічної шини, відповідно, – з протилежної. Таке конструктивне рішення ортеза дозволяє зменшити його вагу, регулювати величину коригувальної сили, збільшити площу охоплення гільзами колінного суглоба з боку вершини деформації, що дозволяє більш рівномірно розподілити тиск по кінцівці, зводячи до мінімуму появу гематом у ділянці вершини деформації.

Наведемо кілька модифікацій ортеза:

– гільзи стегна й гомілки виконані з розрізом ззаду (у разі нестабільності колінного суглоба в сагітальній площині – симптом «висувного ящика»); профілактика нефіксованої згинальної контрактури колінного суглоба помірного ступеня тощо;

– гільзи стегна й гомілки, виконані з розрізом спереду, рекомендуються для літніх пацієнтів із метою зручності надягання;

– нижня частина гільзи гомілки виконана у вигляді «стремені», що охоплює стопу в ділянці п'ятки та склепіння (рекомендується для унеможливлення «сковзання» ортеза з нижньої кінцівки);

– шина на колінний суглоб із двохосьовим шарніром зі спеціальними вставками (рекомендується в розробленні згинальних і розгинальних контрактур колінного суглоба помірного ступеня).

Основні технологічні операції виготовлення ортеза аналогічні технологічним операціям виготовлення ортеза на колінний суглоб із двохосьовими металевими шарнірами.

Зазначимо, що важливим етапом виготовлення ортеза є підганяння шарнірної колінної шини по гіпсовій моделі та розмічення місцеположення регульовальної тянки. Тянка має розміщуватися в ділянці умовного центра обертання колінного суглоба з незначним (до 1 см) зміщенням у дорсальному (задньому) напрямку [41].

На рис. 3.26 наведено ілюстрацію конструкції ортеза.



Рисунок 3.26 – Ортез на колінний суглоб з однобічним металевим двохосьовим шарніром із шинами та регульованою тянкою на протилежному боці (зверніть увагу: гільза гомілки розрізана по передньому боці, а гільза стегна – по задньому; на гільзі стегна є передній отвір, який додатково перешкоджає «сповзанню» ортеза з нижньої кінцівки завдяки м'яким тканинам; на гільзах ортеза виконані ребра жорсткості)

3.4 Ортези на колінний і гомілковостопний суглоби-стопу з термопластичних матеріалів із беззамковими колінними шарнірами й гомілковостопними шарнірами різних конструктивних виконань (КАФО)

Ортези нижніх кінцівок з їхнім численними розмаїттям – це пристрої, які найчастіше призначають хворим із нейром'язовими порушеннями. Тому для більшості ортезистів і лікарів-ортопедів призначення ортезів нижніх кінцівок – найчастіші клінічні випадки.

Перевага ортезів нижніх кінцівок відображає, з одного боку, сильне бажання більшості хворих ходити або принаймні стояти, а з іншого – підтверджує, що сучасні технології ортезування надають значну допомогу у відновленні значущих фізичних функцій, таких як ходьба та стояння.

За різноманітністю конструктивних виконань, технологічних особливостей виготовлення, за функціональним призначенням, наявністю використовуваних комплектувальних елементів та матеріалів шарнірні ортези на колінний і гомілковостопний суглоби-стопу (КАФО), безумовно, посідають перше місце серед ортезів на нижні кінцівки.

Найчастіше КАФО призначають через потребу в безпосередньому управлінні комплексом «колінний суглоб», яке може бути здійснено тільки спільно з керуванням гомілковостопним суглобом і стопою або їхніми частинами.

Важливими складниками КАФО є шарніри на колінний суглоб, за конструктивними особливостям яких ортези поділяються на дві основні великі групи:

- ортези на колінний і гомілковостопний суглоб-стопу із замковими колінними шинами;
- ортези на колінний і гомілковостопний суглоб-стопу із беззамковими колінними шинами.

Для кращого розуміння подальшого матеріалу розглянемо кілька найбільш використовуваних конструкцій колінних шарнірів і функції ортезів КАФО, в яких вони застосовуються (табл. 3.2).

Детально показання про призначення шарнірних КАФО розглядається в п. 3.13.

Загалом, основними критеріями для призначення є залишкова м'язова сила згиначів і розгиначів тазостегнового, колінного, гомілковостопного суглобів і ступінь деформації колінного суглоба [15; 39].

Ортези на колінний і гомілковостопний суглоби-стопу з беззамковими колінними шарнірами (*патент на винахід України № 77892 «Спосіб виготовлення ортеза на нижню кінцівку»*) [42] призначаються хворим різних вагових категорій (30, 60, 100 та 125 кг), якщо залишкова сила м'язів нижніх кінцівок за шкалою Янда не менша за такі показники:

- м'язи-згиначі стегна – 4–5 балів;
- м'язи-розгиначі стегна – 4–5 балів;
- м'язи-згиначі коліна – 0–2 бали;
- м'язи-розгиначі коліна – 3–5 балів;
- м'язи, які піднімають стопу – 0–2 бали;
- м'язи, які опускають стопу – 0–2 бали;

та для коригування, фіксування й підтримування нижньої кінцівки у визначеному положенні за умови різних форм її деформацій помірного ступеня внаслідок травматичних і дегенеративних артрозів II–III ступенів, синдрому перенесеного поліомієліту, ДЦП, травм хребта та спинного мозку тощо.

Таблиця 3.2 – Конструкції колінних шарнірів і функції ортезів КАґО

Варіанти ортезних колінних шарнірів		
Конструкція колінного шарніра	Біомеханічні функції	Показання для використання
Одноосьовий беззамковий	Утримання у фронтальній площині: фіксує варусну / вальгусну деформацію в колінному суглобі. Сагітальна площина: вільні згинання-розгинання; є функція обмеження надлишкового розгинання колінного суглоба	Genu valgum або varum від м'якого до помірного ступеня
Одноосьовий беззамковий із віднесенням центра обертання назад (підвищена підкосистість у фазу опори)	Утримання у фронтальній площині: фіксує варусне / вальгусне положення в колінному суглобі. Сагітальна площина: вільні згинання-розгинання; є функція обмеження надлишкового розгинання колінного суглоба	Genu recurvatum помірного ступеня
Поліцентричний беззамковий	Утримання у фронтальній площині: фіксує варусне / вальгусне положення в колінному суглобі. Сагітальна площина: вільні згинання-розгинання; є функція обмеження надлишкового розгинання	Зазвичай в ортезах, що утримуються, щоб краще поєднати рух шарніра й колінного суглоба
Замковий з падаючим замком	Утримання у фронтальній площині: фіксує варусне / вальгусне положення в колінному суглобі. Сагітальна площина: з'ємний замок для повного згинання гомілки	Параліч, важкий парез, genu varum / valgum або recurvatum тяжкого ступеня
Замковий зі «швейцарським» замком або з тросиком	Утримання у фронтальній площині: фіксує genu varum / valgum. Сагітальна площина: відкриваються одночасно два замки в процесі згинання гомілки	Спастичний параліч тяжкого ступеня зі згинальними контрактурами в колінному суглобі

Ортези мають виконувати такі функції:

– забезпечувати надійну фіксацію нижньої кінцівки;

- забезпечувати корекцію деформацій;
- забезпечувати опороздатність під час стояння та ходьби;
- забезпечувати управління нижньою кінцівкою під час ходьби;
- забезпечувати управління рухом;
- забезпечувати компенсацію ослаблених м'язів;
- забезпечувати легке надягання та знімання ортезів у положенні пацієнта сидячи та лежачи.

Зовнішній вигляд ортеза на колінний і гомілковостопний суглоб-стопу з беззамковими колінними шарнірами зображений на рис. 3.27.

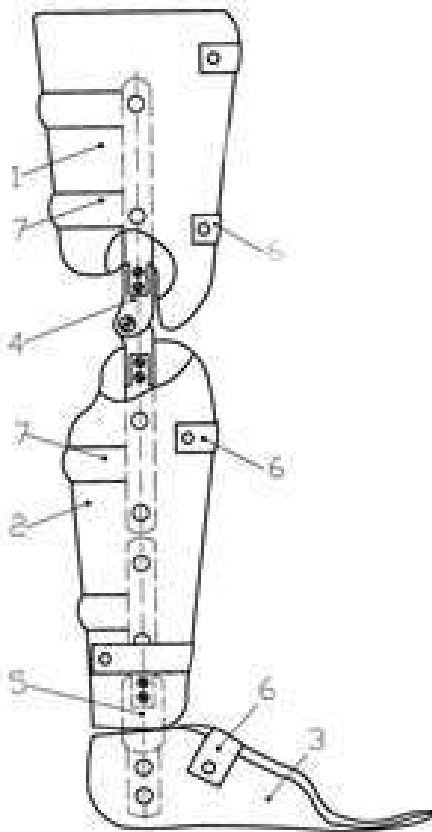


Рисунок 3.27 – Загальний вигляд ортеза на колінний і гомілковостопний суглоби-стопу з беззамковими колінними шарнірами: 1 – гільза стегна; 2 – гільза гомілки; 3 – гільза стопи; 4 – шини шарніри колінні беззамкові; 5 – шарніри гомілковостопні; 6 – елементи кріплення; 7 – ребра жорсткості

Ортез містить індивідуальні гільзи стегна 1, гомілки 2 та стопи 3, виготовлені з термопластичного матеріалу – поліетилену або пропілену – методом вакуумного термоформування. Гільза стегна 1 з'єднана з гільзою гомілки 2 за допомогою двох шарнірних колінних беззамкових шин 4. Гільза гомілки 2 з'єднана з гільзою стопи 3 за допомогою двох металевих гомілковостопних шарнірів 5. Ортез фіксується на нижній кінцівці елементами

кріплення 6. Для збільшення міцності ортеза на гільзах стегна 1 і гомілки 2 виконані ребра жорсткості 7.

Особливістю ортеза є можливість виготовлення за однією технологією різноманітних конструкцій, які найбільшою мірою підходять для конкретного пацієнта, наприклад, можна підібрати комплектувальні елементи (шарніри, шини) залежно від ваги хворого, його активності та складності патології нижніх кінцівок. Крім того, ортез може бути виготовлений із внутрішнім розташуванням шарнірів із шинами в гільзах стегна, гомілки й стопи або із зовнішнім розташуванням, якщо це необхідно.

Ще потрібно зазначити, що в КАФО із беззамковими колінними шарнірами, за умови певних показань, можна встановлювати спеціальні пристрої-гомілковідкидувачі, наприклад, пневмоциліндри або пружини розтягування, які допомагають пацієнтові виносити стопу вперед у фазу переносу. За відповідних функціональних можливостях пацієнта гомілко-відкидувачі можуть бути альтернативою замковим колінним шарнірам [42].

Наведемо основні технологічні операції з виготовлення ортезів на колінний і гомілковостопний суглоби-стопу з беззамковими колінними шарнірами та шинами, що встановлюються всередину гільз:



- огляд пацієнта та призначення виробу;
- розмічення та зняття мірок з нижньої кінцівки;
- виготовлення гіпсового негатива нижньої кінцівки;
- розмічення та підготування негатива нижньої кінцівки до заливання гіпсом;
- виготовлення гіпсової моделі нижньої кінцівки;
- виготовлення деротаційного надвиросткового пелота в гільзу стегна та м'якого вкладиша в гільзу стопи;
- підганяння шин по гіпсовій моделі нижньої кінцівки;
- виготовлення ребер жорсткості для гільз стегна та гомілки;
- виготовлення заготовки гільз нижньої кінцівки з термопластичного матеріалу;
- виготовлення гільз стегна, гомілки та стопи;
- виготовлення клапанів на кріплення ортеза;
- попереднє складання ортеза;
- виготовлення елементів кріплення;
- попереднє примірювання ортеза та його корегування;
- повторне примірювання та корегування ортезу;
- остаточне складання ортеза;

– примірювання й видача ортеза пацієнтові.

Нижче наведено (табл. 3.3) кілька поширених шарнірних ортезів КАФО з беззамковими колінними шарнірами з коротким описом конструкцій і біомеханічними функціями, які вони виконують.

Нижче наведено ілюстрації конструкцій ортезів та їхнє практичне застосування.

Таблиця 3.3 – Приклади ортезів КАФО, розроблених в УкрНДІпротезування

Шарнірні КАФО з беззамковими колінними шарнірами			
Вигляд ортеза	Опис конструкції	Показання	Біомеханічні функції
1	2	3	4
	Ортез на всю ногу з беззамковими одноосьовими чи двохосьовими шарнірами з гільзою стопи у вигляді плоскої пружини	Фіксована варусна / вальгусна деформація колінного суглоба помірного ступеня (до 20°)	<i>Фронтальна площина:</i> – утримання колінного суглоба; – попередження прогресування деформації. <i>Сагітальна площина:</i> – вільне згинання колінного суглоба; – обмежені функції надлишкового розгинання
	Ортез на всю ногу з беззамковими одноосьовими колінними шарнірами та гомілковостопними шарнірами з повним обмеженням тильного згинання з переднім клапаном на гільзі гомілки в ділянці коліна	Фіксована згинальна контрактура колінного суглоба помірного ступеня (до 20°)	<i>Фронтальна площина:</i> – утримання колінного суглоба. <i>Сагітальна площина:</i> – розроблення згинальної контрактури колінного суглоба за рахунок його розгинання у фазу опори (завдяки передньому клапану на гомілку)
Патент на винахід України № 85552 «Ортез на нижню кінцівку» [43]			

Кінець таблиці 3.3

1	2	3	4
	<p>Ортез на всю ногу з термопластичного матеріалу з беззамковими шинами та металевими гомілковостопними шарнірами</p>	<p>Нестабільність колатеральних (бічних) зв'язок колінного суглоба</p>	<p><i>Фронтальна площина:</i> – фіксація колінного суглоба під час ходьби та стояння. <i>Сагітальна площина:</i> – згинання / розгинання колінного суглоба для забезпечення ходьби</p>
	<p>Ортез на всю ногу з термопластичного матеріалу з беззамковими колінними шарнірами, металевими гомілковостопними шарнірами і компенсвальними вкороченнями устілкою і підшовою</p>	<p>Вкорочення нижньої кінцівки; фіксована вальгусна деформація колінного суглоба помірного ступеня (до 20°)</p>	<p><i>Фронтальна площина:</i> – утримання колінного суглоба. <i>Сагітальна площина:</i> – згинання / розгинання колінного суглоба; – згинання / розгинання гомілковостопного суглоба</p>



Рисунок 3.28 – Пацієнтка УкрНДІпротезування в ортезах на колінний і гомілковостопний суглоби-стопу з беззамковими колінними шарнірами самостійно здійснює ходьбу в брусах (зверніть увагу на ліву фотографію: як гомілковідкидувачі використані циліндричні пружини розтягування)



Рисунок 3.29 – Пацієнт УкрНДІ протезування в ортезах на колінний і гомілковостопний суглоби-стопу з беззамковими колінними шарнірами самостійно здійснює ходьбу в брусах (зверніть увагу на праву фотографію: як гомілковідкидувачі використані пневмоциліндри)

Полегшені ортези на колінний і гомілковостопний суглоби-стопу з беззамковими колінними та гомілковостопними шарнірами із препрегу

Однією з версій шарнірного КАФО з беззамковими колінними шарнірами є полегшений КАФО з беззамковими колінними та гомілковостопними шарнірами із препрегу. Шарніри з препрегу розглядалися в п. 3.1.

Полегшені ортези на колінний і гомілковостопний суглоби-стопу з беззамковими колінними та гомілковостопними шарнірами із препрегу призначаються пацієнтам вагових категорій до 80 кг, якщо залишкова сила м'язів нижніх кінцівок за шкалою Янда не менша за такі показники:

- м'язи-згиначі стегна – 4–5 балів;
- м'язи-розгиначі стегна – 4–5 балів;
- м'язи-згиначі коліна – 0–2 бали;
- м'язи-розгиначі коліна – 3–5 балів;
- м'язи, які піднімають стопу – 0–2 бали;
- м'язи, які опускають стопу – 0–2 бали;

для коригування, фіксування та підтримування нижньої кінцівки у визначеному положенні в разі варусної або вальгусної деформації колінного суглоба помірного ступеня [7].

Основними користувачами ортеза є пацієнти переважно похилого віку середньої ваги з послабленими фізичними можливостями.

Функції, які мають виконувати ортези, аналогічні функціям для КАФО з беззамковими колінними шарнірами.

Зовнішній вигляд полегшеного ортеза на колінний і гомілковостопний суглоби-стопу з беззамковими колінними та гомілковостопними шарнірами з препрегу поданий на рис. 3.30.



Рисунок 3.30 – Зовнішній вигляд полегшеного ортеза на колінний і гомілковостопний суглоби-стопу з беззамковими колінними та гомілковостопними шарнірами із препрегу

Ортез (*патент на винахід України № 99884 «Ортез на колінний-гомілковостопний суглоби-стопу»*) виготовляється за індивідуальним гіпсовим зліпком нижньої кінцівки та містить гільзи стегна, гомілки та стопи з розрізами спереду й зроблені з термопластичного матеріалу – поліетилену або пропілену – методом вакуумного термоформування, колінні та гомілковостопні шарніри, виготовлені з препрегу (вуглепластику), які встановлюються всередину гільз та кріплень *Velkro* для фіксації ортеза на нижній кінцівці [44].

Особливістю конструкції ортеза є те, що колінні й гомілковостопні шарніри виготовляються з препрегу, що значно знижує його вагу порівняно з аналогічними конструкціями, в яких використовуються металеві шини і шарніри (приблизно в 1,5–2 рази).

Виготовляються кілька модифікацій полегшеного КАФО, а саме:

– в ортезі відсутні гомілковостопні шарніри, тобто гільза гомілки зі стопою виконана у вигляді татора. Рекомендується в разі еквіноварусної або еквіновальгусної стопи помірного ступеня для її позиціонування в нейтральному положенні (90° щодо гомілки) у фазу переносу;

– на гільзах стегна й гомілки з дорсального (заднього боку) в ділянці підколінної ямки встановлені хрестоподібно дві еластичні тянки. Рекомендується в разі рекурвації колінного суглоба.

Технологічні операції з виготовлення полегшеного ортеза аналогічні операціям з виготовлення шарнірного КАФО з беззамковими колінними шарнірами. У табл. 3.4 наведено біомеханічні функції, що забезпечує полегшений шарнірний КАФО.

Таблиця 3.4 – Біомеханічні функції, які забезпечує полегшений шарнірний КАФО

Шарнірні КАФО з беззамковими колінними шарнірами			
Вигляд ортеза	Опис конструкції	Показання	Біомеханічні функції
	<p>Полегшений ортез на всю ногу з колінними й гомілковостопними шарнірами з препенгу (вуглепластику)</p>	<p>Фіксована варусна / вальгусна деформація колінного суглоба помірного ступеня (до 20°)</p>	<p><i>Фронтальна площина:</i> – утримання колінного суглоба; – попередження прогресування деформації. <i>Сагітальна площина:</i> – вільне згинання колінного суглоба; – обмежені функції надлишкового розгинання (за наявності еластичних тянок)</p>

3.5 Ортези на колінний і гомілковостопний суглоби-стопу з термопластичних матеріалів із замковими колінними шарнірами й гомілковостопними шарнірами різних конструктивних виконань (КАФО)

Конструкція шарнірного КАФО із замковими колінними шарнірами з шинами, що розташовані назовні гільз ортеза.

Ортези на колінний і гомілковостопний суглоби-стопу із замковими колінними шарнірами (*патент на винахід України № 114134 «Ортез на колінний-гомілковостопний суглоби-стопу»*) [45] призначаються хворим різних вагових категорій (30, 60, 100 та 125 кг), якщо залишкова сила м'язів нижніх кінцівок за шкалою Янда не менша за такі показники:

- м'язи-згиначі стегна – 0–2 бали;
- м'язи-розгиначі стегна – 0–2 бали;
- м'язи-згиначі коліна – 0–2 бали;
- м'язи-розгиначі коліна – 0–2 бали;
- м'язи, які піднімають стопу – 0–2 бали;
- м'язи, які опускають стопу – 0–2 бали;

для коригування, фіксування та підтримування нижньої кінцівки у визначеному положенні в разі різних форм її деформацій важкого ступеня внаслідок травматичних і дегенеративних артрозів III–IV ступеня, синдрому перенесеного поліомієліту, ДЦП, травм хребта та спинного мозку тощо.

Ортези мають виконувати такі функції:

- забезпечувати надійну фіксацію колінного суглоба в розігнутому положенні;
- забезпечувати надійну фіксацію нижньої кінцівки;
- забезпечувати корекцію деформацій;
- забезпечувати опороздатність під час стояння та ходьби;
- забезпечувати управління нижньою кінцівкою під час ходьби;
- забезпечувати управління рухом;
- забезпечувати компенсацію ослаблених м'язів;
- забезпечувати легке надягання та знімання ортезів у положенні пацієнта сидячи та лежачи.

Зовнішній вигляд ортеза на колінний і гомілковостопний суглоб-стопу з замковими колінними шарнірами зображений на рис. 3.31.

Ортез містить гільзи стопи 1, гомілки 2 та стегна 3, з'єднані між собою шарнірами системними гомілковостопними 4 та колінними 5 з шинами 6, 7, 8. Шини 6 кріпляться до гільзи стопи гвинтами 9, а шини 7 і 8 до гільз гомілки та стегна за допомогою спеціальної гайки з гвинтом 10. У гільзи гомілки та стегна заламіновані смуги з термопрепрегу для утворення горизонтальних ребер жорсткості 11. У гільзі стегна 3 всередині з внутрішнього боку вклеєний деротаційний пелот 12 з педилеу. Для надання ортезу комфортності та розширення можливостей гігієнічного оброблення в гільзах 2 і 3 ортеза встановлено пом'якшувальні підкладки 13 з епонжу, які фіксуються за

допомогою смуг 14 з клейкої стрічки «мікроклет», приклеєної до гільз контактним клеєм, а в гільзі стопи вклеєний вкладиш 15 з педилену. Ортез фіксується на кінцівці за допомогою елементів кріплення 16, які приєднуються до гільз ортеза за допомогою спеціальних гвинтів із гайками 17. Для усунення надмірного тиску на м'язи нижньої кінцівки на елементи кріплення 16 встановлені пом'якшувальні вкладиші 18 із фіксаторами 19, закріпленими до них заклепками порожнистими «холнітен» 20. На шини гомілки 7 та стегна 8 встановлені запобіжні смуги 21 з терморукава. Замки шарнірів колінних 5 з'єднані між собою тросом 22 з капролону, який використовується для їхнього одночасного відкривання.

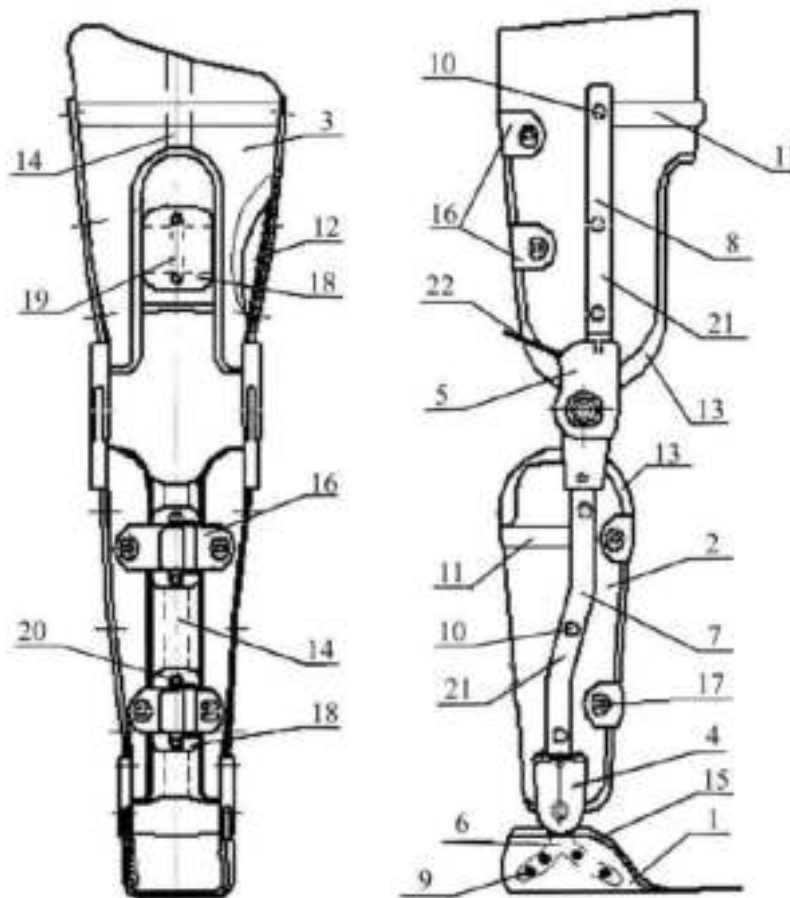


Рисунок 3.31 – Зовнішній вигляд ортеза на колінний і гомілковостопний суглоб-стопу із замковими колінними шарнірами

Гільзи ортеза виконані з термопластичного матеріалу – сополімер поліпропілену – методом вакуумного термоформування. Ребра жорсткості на гільзах гомілки та стегна виконані з армованого термопласту.

Надамо невелику довідку про застосовувані матеріали.

Сополімер поліпропілену (PP-C), отриманий унаслідок сополімеризації етилену та пропілену, є термоформувальним матеріалом. Він поєднує в собі

переваги поліпропілену та поліетилену. Цей матеріал відрізняється як гарною термопластичною формованістю, так і зварюваністю, також добре облягає шарніри ортезів і ланок шин за умови вакуумного формування, що дозволяє застосовувати його для різних конструкцій, а саме:

- жорстких ортезів стопи (устілки) (FO);
- ортезів на гомілковостопні суглоби (AFO);
- ортезів на колінний і гомілковостопний суглоби-стопу (KAFO).

Армовані термопласти містять поліпропілен PP-H або сополімер PP-C, армований односпрямованим філаментним скловолокном (ровінгами). Ребра жорсткості, виготовлені із смуг армованого термопласту, значно збільшують жорсткість і міцність гільз ортезів на нижні кінцівки, що в підсумку збільшує строки експлуатації ортеза пацієнтом.

Особливостями ортеза є:

- використання в конструкції ортеза колінних і гомілковостопних шарнірів зі спеціальними корпусами з вуглетканини дозволяє використовувати його під час купання в прісній воді, наприклад, у річці або в процесі прийняття ванни;
- застосування в конструкції ортеза колінних замкових шарнірів зі спеціальним тросиком дозволяє одночасно відкривати два шарніри за бажанням пацієнта сісти, що сприяє зручності в користуванні виробом;
- застосування в конструкції ортеза гомілковостопних багатофункціональних підпружинених шарнірів подвійної дії дозволяє, відповідно до показань конкретного пацієнта, забезпечити необхідне біомеханічне керування стопою;
- використання в конструкції ортеза цілісних шин, що з'єднують колінні й гомілковостопні шарніри, дає змогу істотно збільшити його жорсткість і міцність.

Ще потрібно наголосити, що дизайн (тобто конфігурація гільз) KAFO із замковими колінними шарнірами обирається залежно від патології нижньої кінцівки та стану вражених м'язів. У нашому випадку гільза стегна виконана з розрізом ззаду, а гільза гомілки – з розрізом спереду. Такий дизайн ортеза рекомендується тоді, коли в пацієнта діагностується рекурвація (перерозгинання) в колінному суглобі. Крім того, у конструкції ортеза можуть застосовуватись будь-які системні гомілковостопні та колінні шарніри, що відповідають медичними показанням і технології виготовлення ортеза. Шарніри системні та шини до них підбираються залежно від ваги хворого, активності пацієнта та складності патології нижніх кінцівок.

Основні технологічні операції з виготовлення ортеза на колінний і гомілковостопний суглоби-стопу із замковими колінними шарнірами та шинами, що встановлюються зовні гільз:

- огляд пацієнта та призначення ортеза;
- розмічення та зняття мірок з нижньої кінцівки пацієнта;
- виготовлення гіпсового негатива нижньої кінцівки;
- розмічення на негативі центрів установаження колінних і гомілково-стопних шарнірів та підготовка до заливання гіпсом;
- виготовлення гіпсової моделі нижньої кінцівки;
- виготовлення деротаційного надвиросткового пелота в гільзу стегна та м'якого вкладиша в гільзу стопи з педилену;
- складання системних колінних шарнірів;
- складання системних гомілковостопних шарнірів;
- виготовлення системних шин на стегно й гомілку зі смуги алюмінієвої;
- підганяння шин гомілковостопних по гіпсовій моделі;
- виготовлення ребер жорсткості для гільз стегна та гомілки з армованого термопласту;
- термоформування індивідуальної гільзи нижньої кінцівки із сополімеру;
- припасування системних шин на стегно й гомілку по гіпсовій моделі;
- розмічення контурів гільз ортеза, їхнє обрізання та оброблення;
- розмічення отворів для кріплення шин гомілковостопних;
- виготовлення клапанів на кріплення ортеза;
- виготовлення елементів кріплення та встановлення їх на гільзи ортеза;
- попереднє складання ортеза;
- попереднє примірювання ортеза та його корегування;
- остаточне складання ортеза;
- повторне примірювання та корегування ортеза;
- примірювання та видача ортеза пацієнтові.

Виготовлення ортеза за цією технологією дозволяє диференційно підходити до його конструкції в кожному конкретному випадку, підбираючи дизайн ортеза залежно від стану м'язів кінцівки та її деформації. Використання в технології комбінації таких матеріалів, як сополімер і армований термопласт дає змогу отримувати стабільні й жорсткі гільзи з урахуванням ваги тіла, деформацій кінцівки та активності пацієнта. Виготовлення м'яких вкладишів із плюшевої тканини, яку можна прати, надає більшу комфортність та дозволяє підтримувати гарну гігієнічність ортеза.

Основною різницею технологічних процесів виготовлення шарнірних КАФО з шинами всередині та зовні є:

– для шин усередині: спочатку гнуться шини по гіпсовій моделі, потім їх прибивають до моделі й обтягують модель термопластом;

– для шин зовні: спочатку гіпсову модель обтягують термопластом, а потім по ній гнуть шини [45].

У табл. 3.5 наведено кілька шарнірних ортезів КАФО із замковими колінними шарнірами з коротким описом конструкцій і біомеханічними функціями, які вони виконують. На рис. 3.32 і 3.33 наведено ілюстрації конструкцій ортезів та їхнє практичне застосування.

Таблиця 3.5 – Приклади ортезів КАФО із замковими колінними шарнірами, розроблених в УкрНДІпротезування

Шарнірні КАФО із замковими колінними шарнірами			
Вигляд ортеза	Опис конструкції	Показання	Біомеханічні функції
1	2	3	4
	Ортез на всю ногу з термопластичного матеріалу із замковими шинами й металевими гомілковостопними шарнірами	Багатоосьова нестабільність колінного суглоба	<i>Фронтальна площина:</i> – фіксація колінного суглоба під час ходьби та стояння. <i>Сагітальна площина:</i> – фіксація колінного суглоба під час ходьби та стояння; – згинання колінного суглоба в разі відкритих замків (прийняття пацієнтом положення сидячи)
	Ортез на всю ногу з термопластичного матеріалу з замковими колінними шинами	Нестабільність після заміни колінного суглоба (ендопротезування)	<i>Фронтальна площина:</i> – фіксація колінного суглоба у фазу опори; – перешкода ротаційному складнику. <i>Сагітальна площина:</i> – згинання колінного суглоба в разі відкритих замків (прийняття пацієнтом положення сидячи)

Кінець таблиці 3.3

1	2	3	4
	<p>Ортез на всю ногу з термопластичного матеріалу із замковими колінними шарнірами з падаючими замками, металевими гомілковостопними підпружиненими шарнірами подвійної чи одnobічної дії</p>	<p>Фіксована варусна / вальгусна деформація колінного суглоба важкого ступеня (понад 20°) зі згинальною контрактурою, ротаційним складником і сильним больовим синдромом</p>	<p><i>Фронтальна площина:</i> – утримання колінного суглоба з метою попередження прогресування деформації; – фіксація вальгусної / варусної деформації; – обмеження повороту стопи всередину / зовні з метою попередження ротації всієї нижньої кінцівки. <i>Сагітальна площина:</i> – фіксація колінного суглоба під час ходьби і стояння; – згинання колінного суглоба в разі відкритих замків (прийняття пацієнтом положення сидячи)</p>



Рисунок 3.32 – Пацієнт УкрНДІпротезування з діагнозом «спинальна травма» в ортезах на колінний і гомілковостопний суглоби-стопу із замковими колінними шарнірами із сополімеру самостійно здійснює ходьбу за допомогою брусів



Рисунок 3.33 – Зовнішній вигляд ортеза на колінний і гомілковостопний суглоб-стопу із замковими колінними й гомілковостопними шарнірами із спеціальними корпусами з вуглетканини, гільзами стегна, гомілки та стопи із сополімеру, ребрами жорсткості з армованого термопласту (зверніть увагу: на лівій фотографії (вид збоку) добре видно тросик, який з'єднує два колінних шарніри й забезпечує їхнє одночасне відкривання; крім того, на гільзах ортеза на задньому боці виконані ребра жорсткості з армованого термопласту (на гільзі стегна два, а на гільзі гомілки одне); на правій фотографії (вид спереду) добре видно плюшеву тканину, що значно підвищує комфортність під час експлуатації ортеза пацієнтом)

3.6 Ортези на колінний і гомілковостопний суглоби-стопу з композиційних матеріалів із колінними й гомілковостопними шарнірами різних конструктивних виконань (KAFO)

Ортези нижніх кінцівок з їхньою численною розмаїтістю не завжди задовольняють сильне бажання більшості хворих ходити або принаймні стояти, тому що не відповідають очікуванням пацієнта. Тому на цей час одним з пріоритетних напрямів розвитку ортезування нижніх кінцівок є розроблення технологій виготовлення протезно-ортопедичних виробів із сучасних матеріалів. Результатом такого підходу є ортези на колінний і гомілковостопний суглоби-стопу з підвищеними характеристиками міцності, які виготовляються методом

пошарового просочування армованого компонента (вуглетканини) (з композиційних матеріалів на основі акрилової смоли).

Основні переваги ортезів із композиційних матеріалів на основі акрилової смоли:

- підвищені міцність і жорсткість;
- висока стабільність за умови невеликої товщини стінок гільз ортеза;
- ступінчаста міцність матеріалу;
- висока функціональність та добра косметичність;
- висока надійність виробів, що дозволяє експлуатацію ортезів до 5 років [46].

У цій технології важливим є, насамперед, те, що в матеріалі комбінуються різні характеристики міцності, завдяки чому досить часто відпадає необхідність використання з'єднувальних елементів (металевих шарнірів із шинами) на внутрішньому боці ортеза, що значно зменшує вагу виробу й дає змогу виготовити гільзи ортеза більш відкритими (ортези з одnobічною установкою металевих шарнірів будуть розглянуті нижче).

Конструкція КАФО з композиційних матеріалів із замковими колінними шарнірами

Ортези на колінний і гомілковостопний суглоби-стопу з композиційних матеріалів із замковими колінними шарнірами (*патент на винахід України № 99236 «Спосіб виготовлення ортеза на колінний, гомілковостопний суглоби та стопу»*) призначаються хворим різних вагових категорій (до 125 кг), якщо залишкова сила м'язів нижніх кінцівок за шкалою Янда не менша за такі показники:

- м'язи-згиначі стегна – 0–2 бали;
- м'язи-розгиначі стегна – 0–2 бали;
- м'язи-згиначі коліна – 0–2 бали;
- м'язи-розгиначі коліна – 0–2 бали;
- м'язи, які піднімають стопу – 0–2 бали;
- м'язи, які опускають стопу – 0–2 бали;

для коригування, фіксування та підтримування нижньої кінцівки у визначеному положенні в разі різних форм її деформацій важкого ступеня внаслідок травматичних і дегенеративних артрозів III–IV ступеня, синдрому перенесеного поліомієліту, ДЦП, травм хребта та спинного мозку тощо [47].

Ортези мають виконувати такі функції:

- забезпечувати надійну фіксацію нижньої кінцівки;

- забезпечувати управління нижньою кінцівкою під час ходьби;
- забезпечувати корекцію деформацій;
- забезпечувати надійну фіксацію колінного суглоба в розігнутому положенні;
- забезпечувати опороздатність під час стояння та ходьби;
- забезпечувати управління рухом;
- забезпечувати компенсацію ослаблених м'язів;
- забезпечувати легке надягання та знімання ортезів у положенні пацієнта сидячи талечачи.

Зовнішній вигляд ортеза на колінний і гомілковостопний суглоб-стопу з композиційних матеріалів із замковими колінними шарнірами зображений на рис. 3.34.

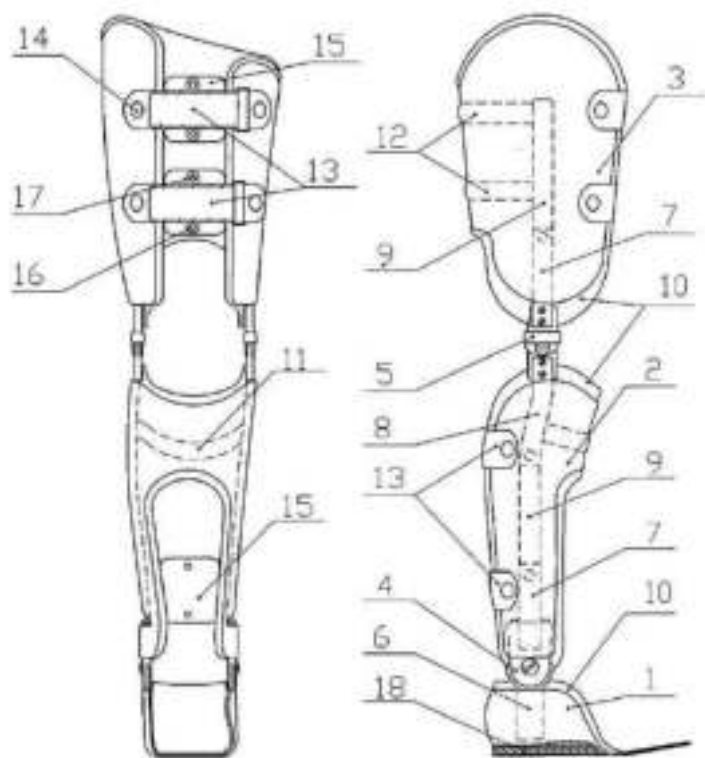


Рисунок 3.34 – Зовнішній вигляд ортеза на колінний і гомілковостопний суглоб-стопу з композиційних матеріалів із замковими колінними шарнірами

Ортез містить гільзи стопи 1, гомілки 2 та стегна 3, з'єднані між собою шарнірами системними гомілковостопними 4 та колінними 5 із шинами 6, 7, 8, заламінованими в гільзи ортеза, які виготовлені методом пошарового просочування армованих компонентів (вуглетканини) акриловою смолою під дією вакууму. Шини стегна системні 7 та гомілки 8, що заламіновані в гільзі гомілки 2, з'єднані між собою смугами з PVC-профілю для утворення цілісної системи. До шин стегна 7, що заламіновані в гільзі стегна 3 приєднано смуги

PVC-профілю з метою утворення ребер жорсткості в сагітальній площині. Для надання ортезу комфортності та розширення можливостей гігієнічного оброблення в гільзах 1, 2, 3 встановлено пом'якшувальні підкладки 10 з плюшевого матеріалу «епонж». На гільзах гомілки та стегна виконані горизонтальні ребра жорсткості 11 і 12 відповідно. Ортез фіксується на кінцівці за допомогою елементів кріплення 13, що приєднуються до гільз ортеза за допомогою спеціальних гвинтів із гайками 14. Для усунення надмірного тиску на м'язи нижньої кінцівки на елементи кріплення 13 установлені м'які клапани 15 із фіксаторами 16, закріпленими до них заклепками порожнистими «холнітен» 17. У тих випадках, коли нижня кінцівка пацієнта вкорочена, під гільзу стопи 1 виготовляється «каблук» із піни 18.

У конструкції ортеза можуть застосовуватись будь-які системні гомілковостопні та колінні шарніри, що відповідають медичним показанням та технології виготовлення ортеза. Шарніри системні та шини до них підбираються залежно від ваги хворого, активності пацієнта та складності патології нижніх кінцівок.

Особливостями ортеза є:

- виготовлення гільз ортеза методом пошарового просочування армованих компонентів (вуглетканини) акриловою смолою під дією вакууму, що робить їх дуже міцними та жорсткими;

- застосування в конструкції ортеза спеціального легкого пластикового PVC-профілю, завдяки якому виготовлені цільні шини, що з'єднують колінні та гомілковостопні шарніри на гільзі гомілки, ребра жорсткості на гільзах гомілки й стегна та подовжені шини на гільзі стегна;

- застосування в конструкції ортеза гомілковостопних багатофункціональних підпружинених шарнірів подвійної дії дозволяє, відповідно до показань конкретного пацієнта, забезпечити необхідне біомеханічне керування стопою;

- можливість вибору дизайну ортеза (конфігурації гільз). У нашому випадку гільза гомілки розкрита по задній поверхні, а гільза стегна – по передній. Такий дизайн ортеза рекомендується обирати, коли в пацієнта спостерігається згинальна контрактура колінного суглоба.

Наведемо основні технологічні операції з виготовлення ортеза на колінний і гомілковостопний суглоби-стопу з композиційних матеріалів із замковими колінними шарнірами:

- огляд хворого, визначення показань щодо призначення ортеза; розмічення та зняття мірок із нижньої кінцівки пацієнта;

- виготовлення гіпсового негатива;
- розмічення на негативі центрів установлення колінних і гомілковостопних шарнірів та підготовка до заливання гіпсом;
- виготовлення гіпсової моделі нижньої кінцівки;
- підганяння шин по гіпсовій моделі нижньої кінцівки;
- підготовлення елементів ортеза до вакуумного ламінування (заливання акрилом);
- установлення елементів ортеза на гіпсову модель та підготовлення до вакуумного ламінування;
- вакуумне ламінування ортеза – просочування армованих компонентів (вуглетканини) акриловою смолою;
- розмічення контурів гільз ортеза, їхнє обрізання та оброблення; попереднє складання ортеза;
- виготовлення каблука на гільзу стопи з піни;
- виготовлення елементів кріплення та встановлення їх на гільзи ортеза;
- виготовлення м'яких клапанів на кріплення;
- попереднє примірювання ортеза та його корегування;
- остаточне складання ортеза;
- повторне примірювання та корегування ортеза;
- примірювання та видача ортеза пацієнтові.

На рис. 3.35 і 3.36 наведено ілюстрації конструкцій ортезів, розроблених в УкрНДІпротезування, та їхнє практичне застосування.



Рисунок 3.35 – Пацієнт УкрНДІпротезування з діагнозом «поліомієліт» у лівому КАФО з композиційних матеріалів із замковими колінними шарнірами (зверніть увагу: гомілковостопні шарніри в ортезі відсутні через те, що пацієнт не може самостійно управляти еквінусною стопою із залишковою м'язовою силою 0 балів за шкалою Янда)



Рисунок 3.36 – Ортез на колінний і гомілковостопний суглоби-стопу з композиційного матеріалу із замковими колінними шарнірами без руху в гомілковостопному суглобі: а) вигляд із внутрішнього боку; б) вигляд спереду; в) вигляд іззаду (зверніть увагу: у цьому ортезі використані замкові шарніри з тросиком для одночасного відкривання двох замків; для підвищення комфорту під час сидіння на задню поверхню гільзи стегна наклеєний м'який пелот із педилену)

Ортези на колінний і гомілковостопний суглоби-стопу з композиційних матеріалів з одnobічною установкою по зовнішньому (латеральному) боці ортеза металевих колінних і гомілковостопних шарнірів із шинами (патент на винахід України № 118419 «Ортез на колінний-гомілковостопний суглоби-стопу»)

Завдяки високим міцності та жорсткості КАФО з композиційних матеріалів можуть виготовлятися з одnobічною (зовнішньою) установкою металевих шарнірів із шинами [48].

Показання до призначення, функції, що має виконувати ортез, а також технологічні етапи виготовлення повністю аналогічні КАФО з композиційних матеріалів із двобічним розташуванням шин, тому зупинятися на цих пунктах немає сенсу.

Ортези на нижні кінцівки з однобічним установленням колінних та гомілковостопних шарнірів є альтернативою ортезам із двобічним розташуванням шарнірів із шинами.

Ортези з однобічною системою шарнірів із шинами, розташованою із зовнішнього боку, мають певні переваги порівняно з двобічною системою шарнірів, а саме:

- коротший час виготовлення;
- менша вага;
- більша косметичність;
- можливість легкого модифікування.

Обмежуванням для призначення ортезів з однобічною системою шарнірів є вальгусна або варусна деформації колінного суглоба понад 10° і вага пацієнта понад 100 кг.

Особливістю конструкції ортеза є використання системних колінних і гомілковостопних шарнірів із двома пружинами двобічної дії підвищеної міцності, що дає змогу встановлювати їх з одного боку ортеза. Шарніри та шини витримують значне навантаження на ортез, дозволяють регулювати згинання-розгинання нижньої кінцівки. Застосування акрилових смол для виготовлення гільз ортеза робить їх тонкими та легкими, але міцними. Виготовлення ребер жорсткості з PCV-профілю зменшує кількість металевих деталей, що значно знижує вагу ортеза, водночас без утрати міцності. Використання вкладиша з трикотажної плюшевої тканини робить ортез більш комфортним.

Наведемо фотографії, які ілюструють конструкції ортезів і комплектувальні елементи до них.

На рис. 3.37, *а* наведено індивідуальний ортез на колінний і гомілковостопний суглоб-стопу з однобічною системою колінного та гомілковостопного шарнірів. Ортез виготовлений із шаруватих пластиків на основі акрилової смоли й вуглецю. Гільзи стегна та гомілки відкриті спереду. Така конструкція гільз є більш поширеною, хоча часто в такому ортезі розподілити сили оптимально не вдається, оскільки розташовані спереду кріплення, на противагу стінкам гільз ортеза, слабшають під час експлуатації та знижують функціональність ортеза. Перевагою описаної конструкції гільз є те, що такий ортез легко надівати й фіксувати на нижній кінцівці.

На рис. 3.37, *б* наведено індивідуальний ортез із однобічним розташуванням замкового колінного шарніра підвищеної міцності та без руху в гомілковостопному суглобі. Ортез виготовляється із шаруватих

пластиків на основі акрилової смоли й вуглецю. Гільза стегна відкрита спереду. Гільза гомілки виконана з передньою стінкою під колінним суглобом, а її нижня частина є безшарнірним ортезом на гомілковостопний суглоб-стопу. Ортез такої конструкції пропонується призначати в разі вальгусної або варусної деформації в ділянці колінного суглоба із супутньою згинальною контрактурою колінного суглоба й анкілозом або фіксованою деформацією гомілковостопного суглоба.

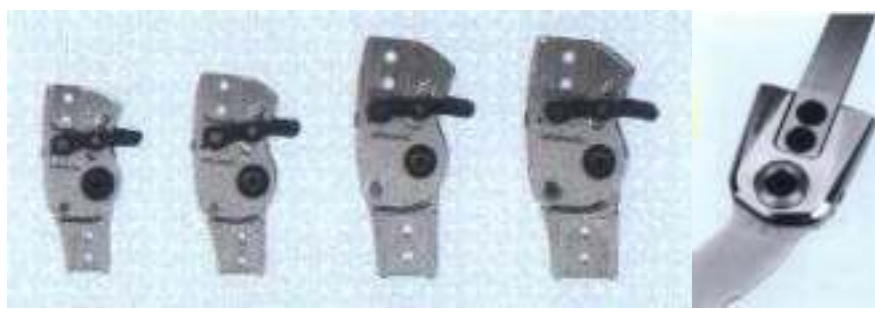


а)

б)

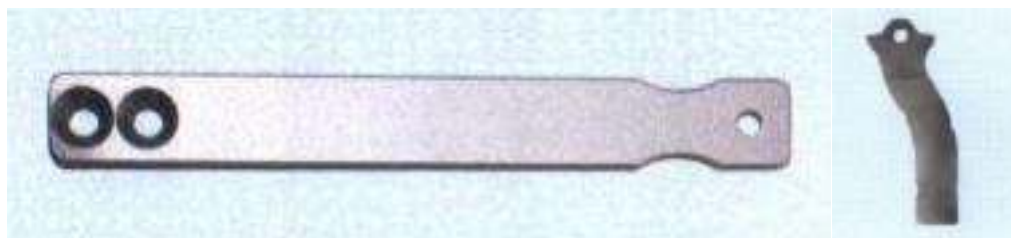
Рисунок 3.37 – Індивідуальні ортези на колінний і гомілковостопний суглоби-стопу фіксувально-коригувальні з однобічною установкою колінних та гомілковостопних шарнірів із шинами підвищеної міцності фірми *Otto Bock* (Німеччина): а – ортез із однобічною системою колінного й гомілковостопного шарнірів підвищеної міцності; б – ортез із однобічним розташуванням замкового колінного шарніра підвищеної міцності та без руху в гомілковостопному суглобі

В ортези встановлені системні шарніри підвищеної міцності – замковий колінний 17LK3 і гомілковостопний 17LA3 – і відповідні системні шини на стегно, гомілку 17LS3 і стопу 17LF3 для однобічної установки виробництва фірми *Otto Bock* (Німеччина). Шарніри та шини на стегно й гомілку виготовляються зі сталі або титану. Шини на стопу виготовляються тільки зі сталі (рис. 3.38).



а)

б)



в)

г)

Рисунок 3.38 – Комплектувальні вироби для однобічного встановлення в ортез фірми *Otto Bock*: а – колінні шарніри 17LK3 (двох типорозмірних виконань – «внутрішній» і «зовнішній»); б – гомілковостопний шарнір 17 LA3 (багатофункціональний двобічної дії); в – шина на стегно та гомілку 17LS3; г – шина на стопу 17LF3

На рис. 3.39 наведено ілюстрацію прикладу застосування ортезів на колінний і гомілковостопний суглоби-стопу з композиційних матеріалів з однобічною установкою металевих шарнірів із шинами.



Рисунок 3.39 – Пацієнт УкрНДІпротезування з діагнозом «спинальна травма» у двох КАФО з композиційних матеріалів з однобічною установкою замкових колінних і гомілковостопних шарнірів із шинами самостійно здійснює ходьбу за допомогою ходунків

3.7 Розвантажувальні ортези на колінний і гомілковостопний суглоби-стопу (КАФО)

Коли виникає необхідність повного або часткового розвантаження суглобів і кісткових структур нижньої кінцівки, що розташовані нижче від тазостегнового суглоба, призначення розвантажувального ортеза на колінний і гомілковостопний суглоби-стопу – найбільш доцільне рішення (*патент на винахід України № 71162 «Ортез на всю ногу»*).

Розвантажувальні ортези на колінний і гомілковостопний суглоби-стопу призначаються пацієнтам – дітям і дорослим вагою до 100 кг.

Показаннями до призначення ортезів є:

- захворювання тазостегнового суглоба (коксит, коксартроз III–IV ступенів із больовим синдромом, остеомієліт тощо);
- захворювання колінного суглоба (гоніт, гонартроз IV ступеня з больовим синдромом тощо);
- захворювання гомілковостопного суглоба;
- ушкодження розгинального апарата колінного суглоба (параліч, парез і под.);
- анкілоз (нерухомість) колінного суглоба з больовим синдромом;
- уроджена відсутність малогомілкової кістки;
- кістковий дефект частини великогомілкової кістки;
- хибний суглоб або перелом, що повільно зростається, будь-якого відділу стегнової кістки;
- хибний суглоб або перелом, що повільно зростається, проксимального відділу великогомілкової кістки;
- нестабільність ендопротеза колінного суглоба (штучний суглоб) та стан після його видалення та інші захворювання, що потребують розвантаження нижньої кінцівки в разі опори.

Ортези мають виконувати такі функції:

- повне або часткове розвантаження тазостегнового суглоба залежно від показань;
- знижувати больовий синдром;
- забезпечувати управління нижньою кінцівкою під час ходьби;
- забезпечувати надійну фіксацію нижньої кінцівки;
- забезпечувати опороздатність під час стояння та ходьби;
- забезпечувати легке надягання та знімання ортеза в положенні пацієнта сидячи або лежачи.

Також важливими функціями ортезів є:

- управління рухом;
- корекція деформацій;
- компенсація ослаблених м'язів [49].

Зовнішній вигляд розвантажувального ортеза на колінний і гомілково-стопний суглоби-стопу зображений на рис. 3.40.

Особливостями конструкції ортеза є:

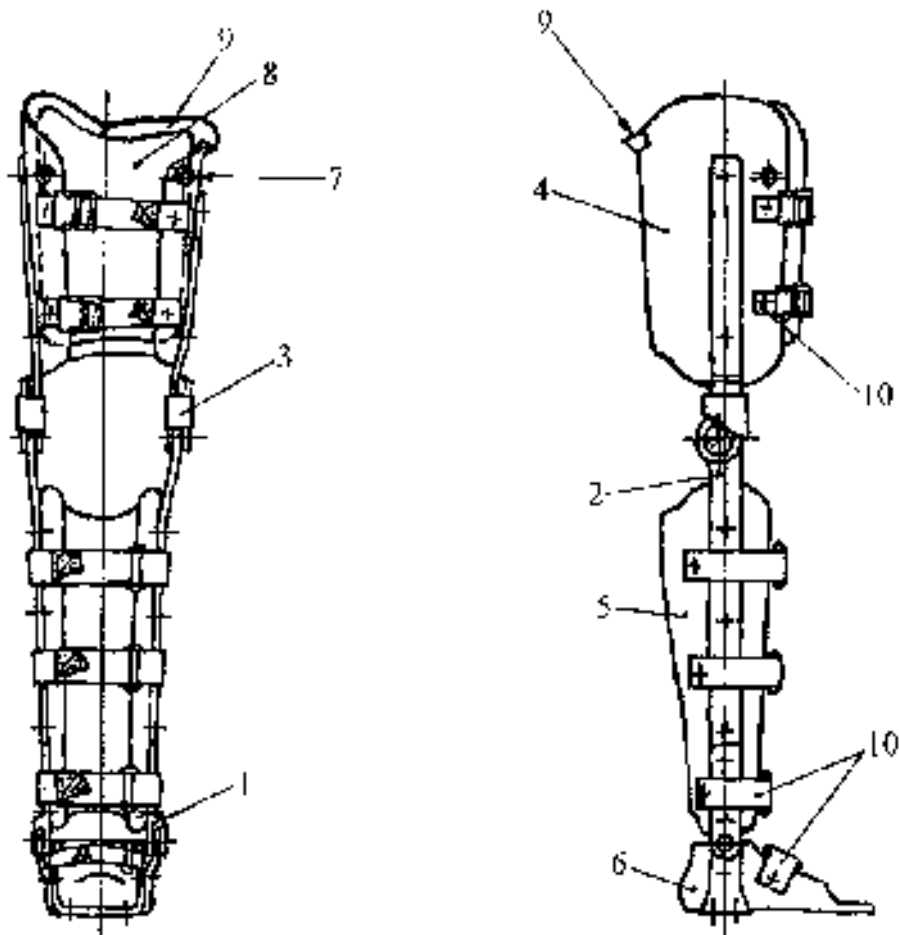


Рисунок 3.40 – Зовнішній вигляд розвантажувального ортеза на колінний і гомілковостопний суглоби-стопу – конструкція гільзи стегна 4 з переднім клапаном 8, яка за аналогією з гільзою протеза стегна, завдяки упору сідничної кістки в ділянку під сідничний горб гільзи, розвантажує вражену нижню кінцівку; наявність замкових колінних шин забезпечує розвантаження враженої нижньої кінцівки у фазу опори

Ортез містить два гомілковостопних шарніри 1 та дві колінні шарнірні шини 2 з падаючими замками 3. До ланок гомілковостопних шарнірів 1 та шин 2 приєднані гільзи стегна 4, гомілки 5 та стопи 6. До гільзи стегна 4 за допомогою двох фіксаторів 7, з можливістю знімання, приєднаний передній клапан 8, а на її верхній частині виконана ділянка під сідничний горб

із пом'якшувальним пелотом 9. За її допомогою здійснюється розвантаження нижньої кінцівки. Ортез фіксується на кінцівці за допомогою кріплення 10, виконаного із стрічки *Velcro*.

Гільзи стегна 4, гомілки 5 та стопи 6, а також клапан 8 на гільзу стегна виготовлені з термопластичного матеріалу – поліетилену або поліпропілену – методом вакуумного термоформування.

Основні технологічні операції виготовлення ортеза:

- розмічення та зняття мірок із нижньої кінцівки;
- виготовлення гіпсового негатива нижньої кінцівки;
- виготовлення гіпсової моделі нижньої кінцівки;
- розмічення на гіпсовій моделі нижньої кінцівки базових ліній схеми побудови ортеза та уточнення розташування центрів механічних колінних гомілковостопних шарнірів за допомогою лазерного рівня;
- установлення на гіпсову модель нижньої кінцівки пластин для співвісності й паралельності колінних і гомілковостопних шарнірів;
- підганяння ланок колінних і гомілковостопних шин по гіпсовій моделі нижньої кінцівки;
- виготовлення переднього клапана для гільзи стегна методом термоформування; установка переднього клапана на гіпсову модель нижньої кінцівки;
- виготовлення гільз нижньої кінцівки методом вакуумного термоформування;
- виготовлення пом'якшувального пелоту на ділянку під сідничний горб гільзи стегна;
- розмічення, обрізання, зняття гільз нижньої кінцівки та переднього клапана з гіпсової моделі, оброблення гільз і клапана; розмічення центрів отворів для встановлення елементів кріплення;
- виготовлення елементів кріплення та встановлення їх на гільзи ортеза;
- попереднє складання ортеза;
- попереднє примірювання та підганяння ортеза;
- виготовлення компенсувальної підошви під здорову кінцівку (за необхідності);
- остаточне складання ортеза;
- остаточне примірювання та видача ортеза.

В ортезі можуть використовуватися різні конструкції гомілковостопних шарнірів і колінних шарнірних шин (докладніше про це говориться в п. 1.6). Крім того, колінні й гомілковостопні шини можуть розташовуватися

як зовні гільз ортеза, так і всередині їх. Для кожного конструктивного виконання ортеза існує відповідний технологічний процес його виготовлення. Тут наводиться технологічний процес у загальному вигляді для розуміння особливостей виготовлення конструкції. На рис. 3.41 і 3.42 наведено ілюстрації конструкцій ортеза та його застосування.



Рисунок 3.41 – Зовнішній вигляд розвантажувального ортеза на колінний і гомілковостопний суглоби-стопу



Рисунок 3.42 –Пацієнт УкрНДІпротезування в розвантажувальному ортезі (зверніть увагу: шини встановлені з внутрішнього боку гільз і для збільшення міцності ортеза на гільзах стегна та гомілки виконані горизонтальні ребра жорсткості)



Рисунок 3.43 – Пацієнт УкрНДІ протезування в розвантажувальному ортезі на колінний і гомілковостопний суглоби-стопу

3.8 Ортези на колінний і гомілковостопний суглоби-стопу для розроблення контрактур у дітей

Контрактура – це обмеження рухливості суглобів, обумовлене патологічними змінами м'яких тканин, пов'язаних із функцією цього суглоба. Коли колінний суглоб розміщений у положенні вимушеного згинання – контрактура називається згинальною, у положенні вимушеного розгинання – розгинальною. Ступінь порушення функції суглоба й обмеження обсягу рухів у ньому характеризують тяжкість контрактури. Контрактури колінних суглобів, що виникають у дітей, є наслідком багатьох патологічних факторів (захворювань) і процесів.

Мета консервативного лікування контрактур колінних суглобів за допомогою ортезів на нижні кінцівки полягає в тому, щоб усунути патологічну установку суглоба, забезпечити в ньому повний обсяг рухів, перешкоджати збільшенню та прогресуванню деформації, забезпечити опороспроможність і зменшити або унеможливити потребу в хірургічному втручанні. Вчасно призначене консервативне лікування контрактури колінного суглоба за допомогою ортеза, як правило, є досить ефективним і дає хороший результат, що сприяє повному відновленню функцій суглоба та поверненню дитини до нормального способу життя [18; 19].

У сучасному ортезуванні нижніх кінцівок існує дві основні конструкції ортезів на колінний і гомілковостопний суглоби-стопу для розроблення контрактур колінного суглоба у дітей – статичні й динамічні. Розглянемо кожен конструкцію більш детально.

Ортези на нижні кінцівки для статичного розроблення контрактур колінного суглоба в дітей(патент на винахід України № 103687 «Ортез для розробки контрактур колінних суглобів») [50]

Конструкція дитячого ортеза на колінний і гомілковостопний суглоби-стопу для статичного розроблення контрактур колінного суглоба подана на рис. 3.44. Ортез містить гільзи стегна 1, гомілки 2 і стопи 3, виконані з термопластичного матеріалу (поліетилену або поліпропілену) методом вакуумного термоформування за індивідуальним гіпсовим зліпком нижньої кінцівки. Гільзи стегна 1 і гомілки 2 з'єднуються між собою двома колінними шарнірами 4, а гільзи гомілки 2 і стопи 3 – двома гомілковостопними шарнірами 6. На задніх поверхнях гільз стегна 1 і гомілки 2 розміщені опори – кутники 7, до яких за допомогою гвинтів 8 приєднана стяжна муфта 9. Ортез закріплюється на нижній кінцівці за допомогою кріплень 10, що містять капронову основу з нашитою на неї стрічкою *Velcro* і пряжок-рамок.

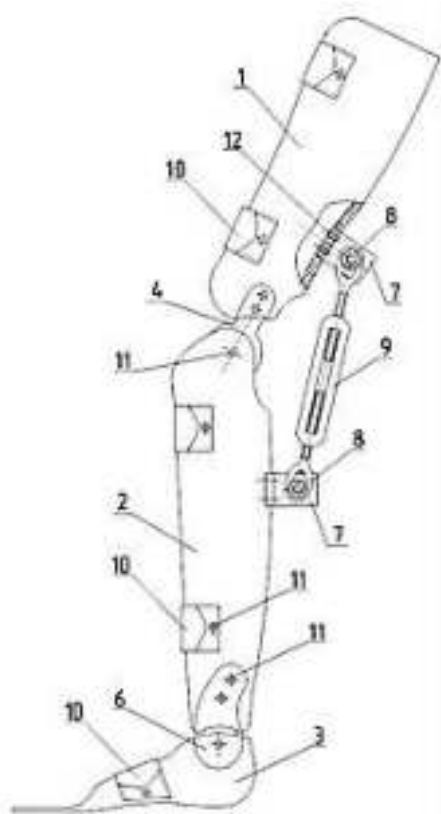


Рисунок 3.44 – Загальний вигляд ортеза на колінний і гомілковостопний суглоби-стопу для статичного розроблення контрактур колінного суглоба

Колінні й гомілковостопні шарніри 4, 5 і елементи кріплення 10 прикріплені до гільз ортеза за допомогою заклепок «холнітен» 11. Опорикутники 7 приєднані до гільз стегна 1 і гомілки 2 за допомогою гвинтів 12.

Особливістю конструкції ортеза є використання шарнірів колінних і гомілковостопних із препрегу(спеціальної просоченої вуглетканини), що значно зменшує вагу ортеза та спрощує технологію його виготовлення, а також застосування муфти-талрепу, завдяки якій можна проводити плавне розроблення згинально-розгинальних контрактур у колінному суглобі. Як стягну муфту рекомендується застосовувати стандартний талреп, що традиційно використовується для розтяжки тросів.

Виготовлення ортеза здійснюється в такій послідовності основнихтехнологічних операцій:

- огляд хворого, визначення показань щодо призначення ортеза;
- розмічення та зняття мірок із нижньої кінцівки пацієнта;
- виготовлення гіпсового позитива нижньої кінцівки;
- розмічення на позитиві базових ліній схеми побудови ортеза нижньої кінцівки та уточнення розташування центрів механічних колінних і гомілковостопних шарнірів за допомогою лазерного рівня;
- установа на позитив нижньої кінцівки пластин для забезпечення співвісності та паралельності колінних шарнірів і гомілковостопних шарнірів;
- установа на позитив шарнірів колінних із матеріалу «препрег» та шарнірів гомілковостопних з матеріалу «препрег»;
- виготовлення гільз стегна, гомілки та стопи із термопластичного матеріалу;
- розмічення, обрізання, зняття гільзи кінцівки з позитива, розмітка місць кріплення шарнірів до гільз, оброблення гільз;
- попереднє складання ортеза та розмічення центрів отворів для встановлення елементів кріплення;
- виготовлення елементів кріплення гільз стегна, гомілки, стопи та встановлення їх на ортез;
- попереднє примірювання ортеза на колінний і гомілковостопний суглоби-стопу (для розроблення контрактур);
- підганання й остаточне складання ортеза;
- примірювання й видача ортеза.

Методика статичного розроблення контрактур колінного суглоба за допомогою ортеза основана на одному з принципів консервативного лікування, який можна сформулювати так: «випрямна сила має бути незначною за розміром,

діяти нижче від порога больової чутливості протягом тривалого часу й практично не відчуватися пацієнтом».

Використання в ортезі гільзи стопи з гомілковостопними шарнірами дає змогу підсилити ефект випрямного моменту за рахунок збільшення плеча дії сили та встановити стопу в найбільш вигідне фізіологічне положення, коли посилюється ефект розроблення контрактури колінного суглоба.

Нижче наведено ще декілька конструкцій ортезів на колінний і гомілковостопний суглоби-стопу для статичного розроблення контрактур колінного суглоба.

На рис. 3.45 зображений ортез на всю ногу з двохосьовими колінними шинами з черв'ячним механізмом регулювання кута згинання / розгинання колінного суглоба (*патент на винахід України № 103854 «Колінний шарнір для ортезів на нижні кінцівки»*). Ортез призначається для пацієнтів – дітей вагою до 60 кг – з метою лікування згинальної або розгинальної контрактури в колінному суглобі та контрактур у гомілковостопному суглобі. Особливостями конструкції ортеза є застосування шин шарнірних колінних двохосьових із черв'ячним механізмом, що дають змогу робити плавну зміну кута згинання / розгинання колінного суглоба, а також шарнірів гомілковостопних системних із двома пружинами (двобічної дії), які дозволяють повне або часткове обмеження кутів тильного згинання або підшовного розгинання, залежно від комбінації змінних упорів та пружин, що містяться в комплекті постачання шарнірів [51].

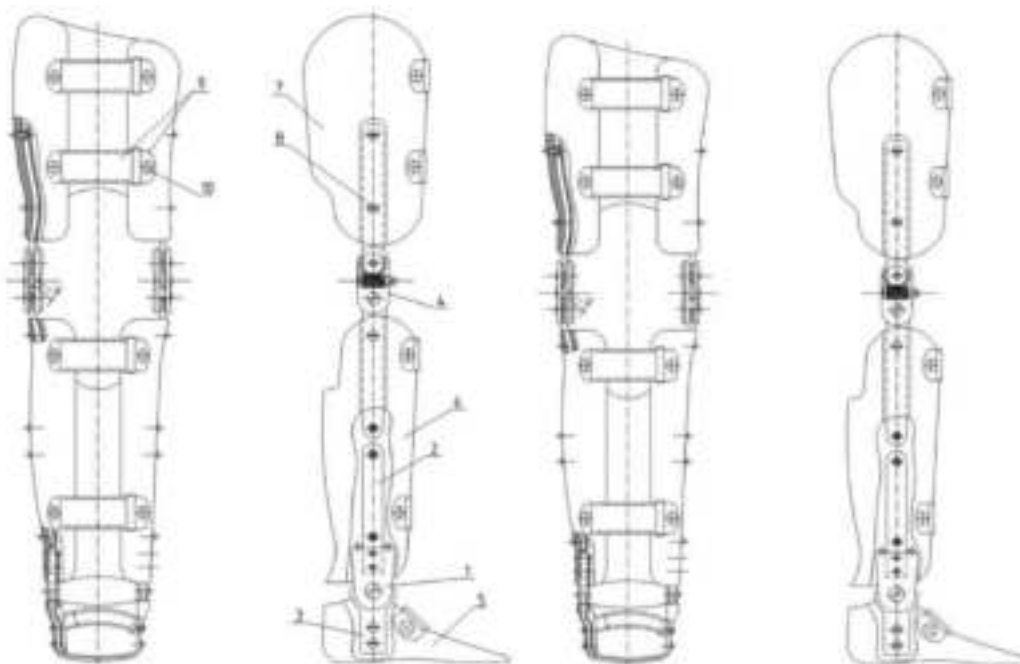


Рисунок 3.45 – Зовнішній вигляд ортеза на колінний і гомілковостопний суглоби-стопу з двохосьовими колінними шинами з черв'ячним механізмом

На рис. 3.46 зображений ортез на всю ногу з колінними системними замковими шарнірами з дискретним (покроковим) регулюванням кута згинання / розгинання колінного суглоба (*патент на винахід України № 105562 «Ортез для розробки контрактур колінних суглобів»*). Ортез призначається пацієнтам – дітям та дорослим вагою до 100 кг – для лікування згинальних або розгинальних контрактур у колінному та гомілковостопному суглобах. Особливістю конструкції ортеза є застосування шарнірів колінних системних замкових із дискретним регулюванням, які дають змогу змінювати кут згинання / розгинання колінного суглоба з кроком 8° та фіксувати колінний суглоб у розігнутому положенні завдяки використанню двох «швейцарських» замків та еластичної тямки для їхнього автоматичного закривання. Ще однією особливістю конструкції ортеза є використання шарнірів гомілковостопних системних із двома пружинами (двобічної дії), які дають змогу повно або частково обмежувати кути тильного згинання та підошовного розгинання залежно від комбінації змінних упорів та пружин, що містяться в комплекті постачання шарніра. Використання цих конструкцій напівфабрикатів дозволяє поступово розробляти згинально-розгинальні контракттури в колінному та гомілковостопному суглобах [52].

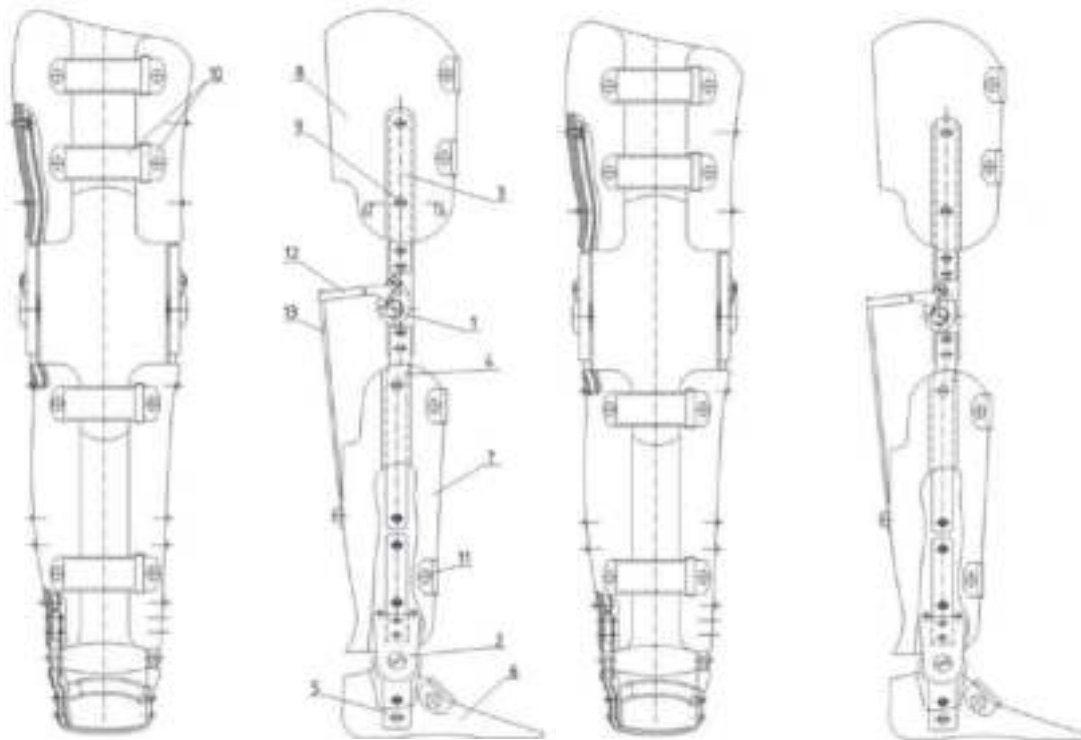


Рисунок 3.46 – Зовнішній вигляд ортеза на колінний і гомілковостопний суглоб-стопу з колінними системними замковими шарнірами з дискретним (покроковим) регулюванням кута згинання / розгинання колінного суглоба

Ортези на нижні кінцівки для динамічного розроблення контрактур колінного суглоба в дітей(патент на винахід України № 117529 «Колінний шарнір для ортезів на нижні кінцівки»)[53]

Як було сказано вище, контракттури – це різке обмеження рухливості суглоба внаслідок патологічних змін м'яких тканин, функціонально пов'язаних із цим суглобом. Контрактури можуть бути зменшені шляхом розтягування тканин, що дає змогу зберігати або послідовно збільшувати кількість основних компонентів м'язового волокна, які забезпечують нормальне скорочення м'язів, а отже, їхню пружність. У спастичного м'яза, наприклад, у разі ДЦП, є надмірний обсяг волокнистої сполучної тканини. Визначено, що коли сполучну тканину утримують під напругою постійно однієї довжини, то вона поступово розслабляється, що призводить до втрати напруги. У такий спосіб методика статичного усунення контрактур, за якої ортез утримує колінний суглоб у фіксованому положенні, втрапить свою ефективність через відносно незначний період часу. Якщо сполучну тканину утримувати під постійною напругою, то вона піддається повзучості та подовжується, що приводить до зменшення контрактури. Цей принцип використовується в разі динамічного впливу на контрактуру колінного суглоба за допомогою ортезів. Біомеханіка динамічного розроблення ґрунтується на нейром'язовому ефекті, коли постійна коригувальна сила протидіє спастичному моменту згинання / розгинання. Якщо м'язова напруга слабшає, то це призводить до більшого розтягування тканин колінного суглоба.

Унаслідок регулярного розтягування мускулатури збільшується обсяг руху загалом. Спастичне підвищення тонуусу помітно скорочується під час експлуатації динамічних ортезів порівняно зі статистичними ортезами.

На рис. 3.47, *a* зображено динамічний ортез на колінний і гомілково-стопний суглоби-стопу з колінними шарнірами з регульованими плоскими спіральними пружинами [53]. Він містить індивідуальні гільзи стопи 1, гомілки 2 і стегна 3, виготовлені з термопласту (поліетилену або поліпропілену) методом вакуумного термоформування за індивідуальною гіпсовою моделлю. Ортез також містить два колінних шарніри з регульованою плоскою спіральною пружиною з шинами 4 і два гомілковостопних шарніри з пружинами двобічної дії 5. Гомілковостопні шарніри 5 з'єднуються з гільзами гомілки 2 і стопи 1 за допомогою системних шин гомілки 6 і шин-лапок 7. Ортез фіксується на нозі за допомогою елементів кріплення 8, що містять рамку 9 і ремінець 10. Елементи кріплення 9, 10 фіксуються на гільзах ортеза за допомогою заклепок

«холнітен» 11. Шини шарнірів 4, 5 приєднані до гільз ортеза за допомогою гвинтів 12. У гільзах гомілки, стегна та стопи є м'які вкладиші 13, які можуть виготовлятися з педилену або спеціальної плюшевої тканини.

Особливістю конструкції ортеза є колінні шарніри з регульованою плоскою спіральною пружиною, що дозволяють здійснювати динамічну корекцію згинальних / розгинальних контрактур колінних суглобів. Конструкція шарнірів дає змогу застосовувати постійну коригувальну силу протягом досить тривалого періоду – 6–24 год. Коригувальна сила створюється за допомогою регульованої плоскої спіральної пружини, яка підбирається індивідуально так, щоб не досягти больового порогу, особливо в разі згинальних контрактур. Залежно від тяжкості контрактури, наявності деформацій колінного суглоба та ваги пацієнта, конструкція ортеза може містити як два колінних шарніри, так і один, що встановлюється, як правило, із зовнішнього боку ортеза. Для зручності надягання ортеза колінні шарніри можуть бути зафіксовані під кутом згинання 90°.

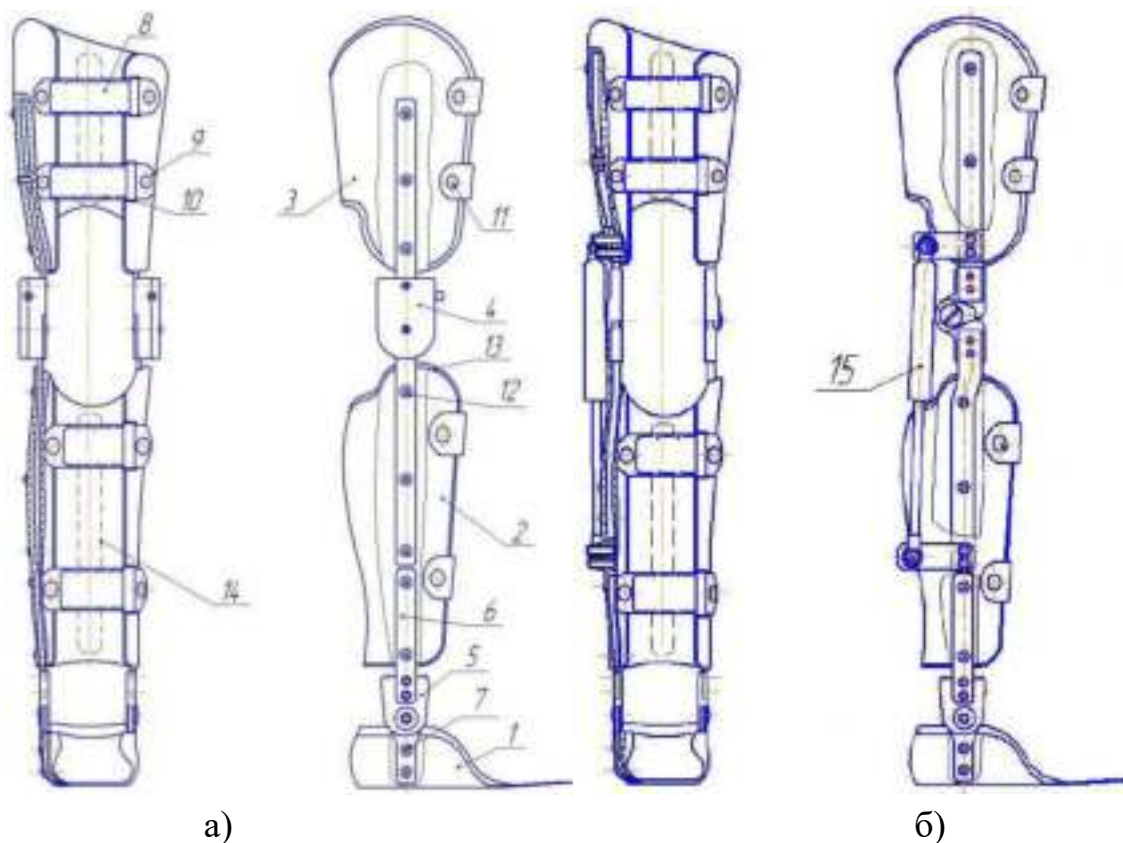


Рисунок 3.47 – Конструкції динамічних ортезів: а – динамічний ортез на колінний і гомілковостопний суглоби-стопу з колінними шарнірами з регульованими плоскими спіральними пружинами; б – динамічний ортез на колінний і гомілковостопний суглоби-стопу з пневмоциліндром

Наявність функціональних гомілковостопних шарнірів дає змогу здійснювати ходьбу в ортезі з рисунком, наближеним до фізіологічно правильного. Крім того, за необхідності, завдяки функціональним гомілковостопним шарнірам, стопу можна зафіксувати в найбільш вигідному положенні, наприклад, в еквінусі, для більш ефективного розроблення контрактури колінного суглоба нижньої кінцівки.

Наступна конструкція динамічного ортеза на всю ногу зображена на рис. 3.47, б (*патент на винахід України № 117169 «Колінний шарнір для ортезів на нижні кінцівки»*)[54].

Особливістю конструкції ортеза є наявність в ньому пневмоциліндра 15, що дозволяє здійснювати динамічну корекцію згинальних контрактур колінного суглоба.

Залежно від медичних показань, ортез може бути виготовлений як з одним пневмоциліндром, так і з двома. Функції гомілковостопних шарнірів аналогічні описаним вище.

Лінійна сила корекції згинальної контрактури, яка вироблена пневмоциліндром, залежить від газового тиску (встановлена величина) і зазвичай збільшується на 30 % під час повного стиснення. Пневмоциліндр обирають, зважаючи на необхідне розгинальне зусилля, задане лікарем. Можуть застосовуватися пневмоциліндри із зусиллям 60 N, 80 N, 100 N, 120 N і 160 N. Крім того, можна змінювати крутний момент, вироблений ортезом, змінюючи місця кріплення пневмоциліндра щодо ланок шин стегна й гомілки.

3.9 Ортези на колінний і гомілковостопний суглоби-стопу з контролем фази опори (SCO)

Традиційно пацієнти з патологічним станом нижньої кінцівки, коли вони не можуть самостійно замикати (фіксувати) колінний суглоб у момент фази опори, забезпечувались ортезами на колінний і гомілковостопний суглоби-стопу (KAFO) із замковими колінними шарнірами. Ці ортези забезпечують пацієнтів стабільним колінним суглобом для ходьби, але не дозволяють здійснювати фізіологічно правильну ходьбу й виконувати необхідні дії в побуті. Сучасні матеріали та принципи конструювання змінили можливості ортезування нижніх кінцівок. За останні роки з'явився новий клас ортезів на колінний, гомілковостопний суглоби та стопу, які покращують характеристики ходьби, – це ортези для контролю фази опори, або SCO (*Stance Control Orthoses*). Ці ортези дають змогу згинати в колінному суглобі

під час фази переносу та забезпечують гарантовану надійність блокування коліна в опорний період.

У сучасному ортезуванні нижніх кінцівок існує два основних види SCO:

- ортези на колінний і гомілковостопний суглоби-стопу з механічною системою управління замиканням колінного шарніра у фазу опори;
- ортези на колінний і гомілковостопний суглоби-стопу з електронною системою управління замиканням колінного шарніра у фазу опори.

Розглянемо обидві ці системи.

Ортези на колінний і гомілковостопний суглоби-стопу з механічною системою управління замиканням колінного шарніра у фазу опори (SCO)(патент на винахід України № 92237 «Ортез на нижню кінцівку»)[55]

Ортези на колінний і гомілковостопний суглоби-стопу з механічною системою управління замиканням колінного шарніра у фазу опори призначаються пацієнтам вагою до 100 кг, якщо залишкова сила м'язів нижніх кінцівок за шкалою Янда не менша за такі показники:

- м'язи-згиначі стегна – 3 бали;
- м'язи-розгиначі стегна – 3 бали;
- м'язи-згиначі коліна – 0–2 бали;
- м'язи-розгиначі коліна – 0–2 бали;
- м'язи, які піднімають стопу – 0–2 бали;
- м'язи, які опускають стопу – 0–2 бали;

які не можуть самостійно керувати рухами колінного суглоба, зокрема фіксувати (закривати) його у фазу опори, що є наслідком таких захворювань, як травма головного мозку, інсульт (крововилив у мозок), поліомієліт тощо, а також нефіксованих варусної та вальгусної деформацій колінного суглоба.

Отже, можна стверджувати, що SCO доцільно призначати, коли в пацієнта паралізований комплекс «гомілковостопний суглоб-стопа», але чотириголові м'язи стегна добре функціонують і рівновага не порушена.

Ортези SCO з механічною системою управління замиканням колінного шарніра у фазу опори мають низку обмежень щодо застосування. Якщо в пацієнта є хоча б одне з перелічених нижче обмежень, то призначати ортез не доцільно.

Обмеженнями для застосування SCO з механічною системою є:

- вага пацієнта понад 100 кг;
- згинальна контрактура в колінному суглобі понад 10°;
- м'язова спастичність у ділянці стегна та гомілки;

- амплітуда пасивних рухів підшовного згинання в гомілковостопному суглобі менша на 5° , ніж тильне згинання;
- згинальна контрактура в тазостегновому суглобі;
- перерозгинання в колінному суглобі більша ніж на 10° ;
- значна різниця у довжині кінцівок, коли вражений бік коротший.

Ортези мають виконувати такі функції:

- забезпечувати фіксацію в колінному суглобі у фазу опори та вільне згинання-розгинання у фазу переносу;
- поліпшувати функціональні характеристики ходьби;
- підвищувати мобільність і незалежність пацієнта від засобів пересування (палиці, милиці тощо);
- забезпечувати надійну фіксацію нижніх кінцівок;
- забезпечувати корекцію деформацій;
- забезпечувати компенсацію ослаблених м'язів;
- забезпечувати опороздатність під час стояння та ходьби;
- забезпечувати управління нижніми кінцівками під час ходьби;
- забезпечувати легке надягання та знімання ортезів у положенні пацієнта сидячи та лежачи.

Зовнішній вигляд ортеза на колінний і гомілковостопний суглоб-стопу з механічною системою управління замиканням колінного шарніра у фазу опори зображений на рис. 3.48.

Ортез містить індивідуальні гільзи стегна 1, гомілки 2, виготовлені з термопластичного матеріалу методом термоформування, по задній поверхні яких виконані ребра жорсткості 3, гільзу стопи 4, шарнір на колінний суглоб 5, шини стегна 6 та гомілки 7, шарнір на гомілковостопний суглоб 8 і шину гомілки 9, шину-лапку 10, елементи кріплення 11 ортеза до кінцівки, виготовлених із стрічки капронової, стрічки *Velkro* та рамки і приєднаних до гільз ортеза заклепками «холнітен». Колінний та гомілковостопний шарніри 5, 8 з'єднані між собою тросиком 12, за допомогою якого здійснюється розгинання колінного шарніра в переносний період кроку та фіксація під час опори.

Особливостями ортеза є:

1) Спеціальна система, яка за допомогою тросика пов'язує колінний і гомілковостопний шарніри таким чином, що колінний шарнір у фазу опори працює як замковий, надійно блокуючи колінний суглоб, а у фазу переносу – як беззамковий, забезпечуючи згинання колінного суглоба і, як наслідок, даючи змогу вільно проносити стопи над поверхнею. Система працює таким

чином. Коли пацієнт випрямляє колінний суглоб, перед відривом пальців стопи від поверхні (початок фази переносу), стопа здійснює підошовне згинання і колінний шарнір завдяки розтягненню тросика розмикається. Це дає змогу пацієнтові зігнути нижню кінцівку та вільно перенести її. Коли пацієнт випрямляє колінний суглоб, перед торканням п'ятки поверхні (початок фази опори), стопа здійснює тильне згинання й колінний шарнір завдяки стисканню тросика блокується.

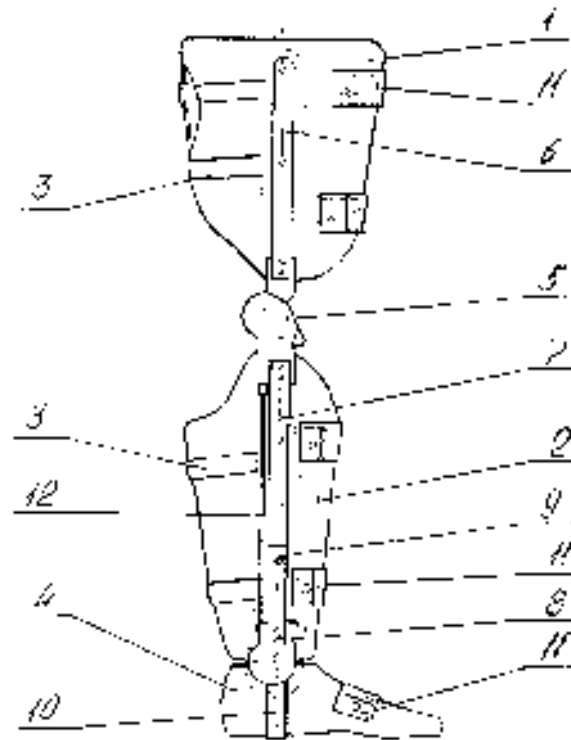


Рисунок 3.48 – Зовнішній вигляд ортеза на колінний і гомілковостопний суглоб-стопу з механічною системою управління замиканням колінного шарніра у фазу опори [53]

2) Однобічна система шарнірів із шинами, яка розташована із зовнішнього боку. Такі ортези мають певні переваги, а саме:

- коротший час виготовлення;
- менша вага;
- косметичність; легкість одягання та знімання;
- ремонтпридатність, можливість підганяння та замінювання шин.

Наведемо основні технологічні операції з виготовлення ортеза на колінний і гомілковостопний суглоби-стопу з механічною системою управління замиканням колінного шарніра у фазу опори:

- огляд хворого, визначення показань щодо призначення ортеза;
- зняття мірок з нижньої кінцівки пацієнта;

- виготовлення гіпсового негатива нижньої кінцівки;
- виготовлення гіпсової моделі кінцівки;
- підганяння системи шин на колінний і гомілковостопний суглоби по гіпсовій моделі;
- термоформування гільз стегна, гомілки та стопи з термопластичного матеріалу;
- виготовлення елементів кріплення;
- попереднє складання та примірювання ортеза;
- остаточне складання ортеза, примірювання та видача його пацієнтові.

Особливістю технології виготовлення ортеза є:

- підганяння системи шин на колінний та гомілковостопний суглоби по гіпсовій моделі;
- формування гільзи кінцівки за допомогою вакууму;
- регулювання системи шин індивідуально для пацієнта.

На рис. 3.49 наведено ілюстрацію конструкції SCO з механічною системою.



Рисунок 3.49 – Зовнішній вигляд ортеза на колінний і гомілковостопний суглоби-стопу з механічною системою управління замиканням колінного шарніра у фазу опори (SCO)

Ортези на колінний і гомілковостопний суглоби-стопу з електронною системою управління замиканням колінного шарніра у фазу опори (SCO)

Розглянемо SCO з електронною системою з використанням колінного шарніра *E-MAG Active* виробництва фірми *Otto Bock* (Німеччина).

Загалом передумовою до призначення колінних шарнірів з електронним керуванням *E-Mag* є:

- збережена сила м'язів однієї з нижніх кінцівок;
- сила м'язів згиначів та розгиначів стегна ураженої кінцівки має бути не менша ніж 3 бали за шкалою Янда;
- відсутність деформацій (варусних, вальгусних) колінного суглоба понад 10°;
- наявність повного обсягу руху (згинання, розгинання) в колінному суглобі.

Призначення та виконувані функції SCO з електронною системою аналогічні SCO з механічною системою, тому розглянемо, чим вони відрізняються.

SCO з електронною системою можуть виготовлятися:

- з одnobічною зовнішньою установкою колінного шарніра з електронним управлінням і гомілковостопного шарніра для пацієнтів вагою до 85 кг;
- з двобічною установкою колінних і гомілковостопних шарнірів для пацієнтів вагою до 100 кг.

Необхідно враховувати, що в разі двобічної установки шарнірів тільки зовнішній колінний шарнір має електронне керування, а внутрішній є одноосьовим беззамковим шарніром, що забезпечує синхронне співвісне обертання разом із зовнішнім шарніром.

Гільзи SCO з електронною системою можуть виготовлятися з композиційних матеріалів на основі акрилової смоли чи з термопластичних матеріалів методом вакуумного термоформування.

З огляду на вищесказане, обмеженнями для застосування SCO з електронною системою є:

- вага пацієнта понад 85 кг за умови одnobічної зовнішньої установки шарнірів;
- вага пацієнта понад 100 кг у разі двобічної установки шарнірів;
- спастичність м'язів нижніх кінцівок;
- контрактура в колінному суглобі понад 10°;
- стійка варусна чи вальгусна деформація колінного суглоба понад 10°;
- перерозгинання (рекурвація) в колінному суглобі понад 10°.

Як приклад розглянемо конструкцію SCO з електронною системою з двобічною установкою колінних і гомілковостопних шарнірів та з гільзами, які виготовляються з композиційних матеріалів на основі акрилової смоли методом пошарового просочування армованого компонента (вуглетканини).

Зовнішній вигляд ортеза на колінний і гомілковостопний суглоб-стопу з електронною системою управління замиканням колінного шарніра у фазу опори, розробленого в УкрНДІпротезування, зображений на рис. 3.50.

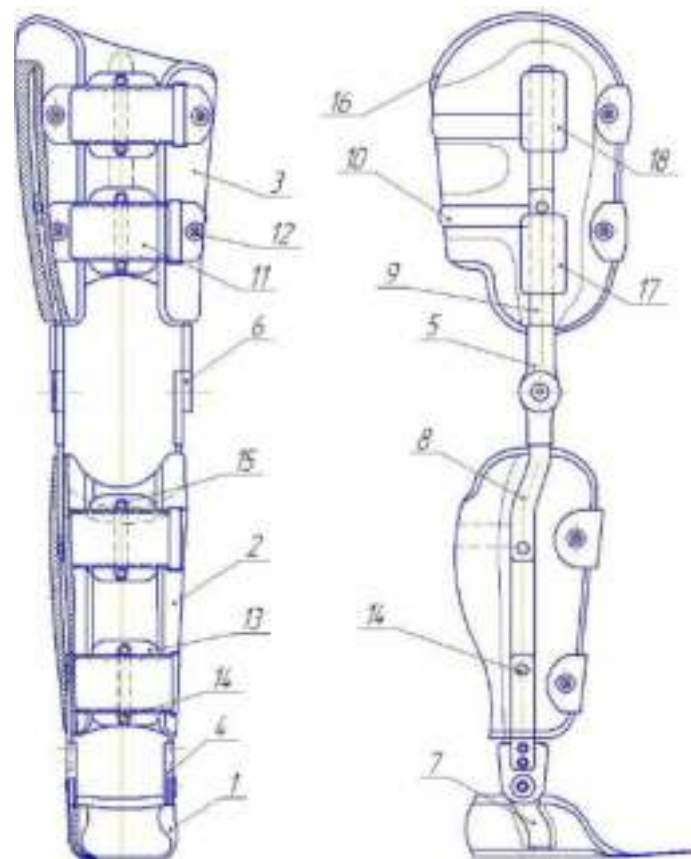


Рисунок 3.50 – Зовнішній вигляд ортеза на колінний і гомілковостопний суглоби-стопу з електронною системою управління замиканням колінного шарніра у фазу опори

Ортез містить гільзи стопи 1, гомілки 2, стегна 3, виготовлені з композиційних матеріалів на основі акрилової смоли, дві гомілковостопні металеві багатофункціональні підпружинені шарніри подвійної дії 4, зовнішній шарнір колінний з електронним керуванням *E-MAG Active* 5, внутрішній шарнір колінний беззамковий 6. Шарніри гомілковостопні 4 поєднані з гільзою 1 стопи за допомогою шин-лапок 7, а з гільзою гомілки 2 – за допомогою шин 9. Колінні шарніри 5, 6 поєднуються з гільзою гомілки 2 за допомогою шин 8, а з гільзою стегна 3 за допомогою шин 9. На гільзі стегна 3 розташовано облицювальний кожух 10. Ортез фіксується на кінцівці за

допомогою елементів кріплення 11, що приєднуються до гільз ортеза гвинтами 12. Для більш комфортного користування на елементах кріплення є м'які клапани 13 з фіксаторами 14, які кріпляться до них за допомогою заклепок «холнітен» 15. Для більш комфортного користування ортезом гільзи гомілки 2 та стегна 3 мають пом'якшувальні вкладиші з трикотажної плюшевої тканини «епонж» 16. Шарнір колінний *E-MAG Active* має в своєму наборі блок управління 17 та акумуляторну батарею 18, розташовані на зовнішній бічній поверхні гільзи стегна 3.

Особливістю конструкції ортеза є:

– застосування колінного шарніра з електронним керуванням *E-MAG Active*, що забезпечує більш плавну, природну ходьбу. Колінний шарнір автоматично розкривається під час фази переносу та блокується у фазу опори. Це сприяє позитивному впливу на м'язи та загальний фізичний стан. Завдяки більш природній ходьбі необхідність у компенсаторних рухах практично відсутня, що знижує навантаження на протилежний бік тіла, та попереджає прояви перетому [22].

Розглянемо більш докладно роботу колінного шарніра з електронним керуванням *E-MAG Active*. Інтелектуальна сенсорна система визначає положення нижньої кінцівки під час ходьби й на основі цих результатів регулює колінний шарнір, який надійно фіксує колінний суглоб під час фази опори. Те саме відбувається, якщо перенести вагу на хвору нижню кінцівку. У фазу переносу колінний шарнір розкривається під час «виносу» ноги і знову закривається до того, як пацієнт виконає наступання на поверхню п'яткою (початок фази опори). Така система забезпечується за рахунок використання мікропроцесора, який визначає положення кінцівки під час ходьби, передає результати в електронну систему, що за допомогою електромагніту швидко й безшумно розкриває або закриває колінний шарнір. Тому абревіатура шарніра *E-MAG* означає електромагнітний.

Перевагами шарніра *E-MAG Active* є:

- більш природна ходьба;
- покращення постави;
- значна тривалість користування до підзарядки батареї – до 8 км ходьби;
- косметичність;
- надійність в експлуатації;
- безшумна робота;
- можливість їзди на велосипеді.

Основні технологічні операції з виготовлення ортеза на колінний і гомілковостопний суглоби-стопу з електронною системою управління замиканням колінного шарніра у фазу опори:

- огляд хворого та призначення виробу;
- розмічення нижньої кінцівки та зняття мірок;
- виготовлення гіпсового негатива нижньої кінцівки;
- розмічення на негативі центрів установаження колінних і гомілково-стопних шарнірів та підготовка до заливання гіпсом;
- виготовлення гіпсової моделі нижньої кінцівки;
- виготовлення деротаційного надвиросткового пелота в гільзу стегна та м'якого вкладиша в гільзу стопи з педилену;
- підганяння шин по гіпсовій моделі нижньої кінцівки;
- підготовка елементів ортеза до заливання смолою;
- установаження елементів ортеза на гіпсову модель та підготовка до вакуумного формування; заливання акриловою смолою;
- установаження імітаторів батареї живлення та електронного блока управління на гіпсову модель;
- виготовлення облицювального кожуха методом заливання акриловою смолою під вакуумом;
- зняття облицювального кожуха з гіпсової моделі; обрізання гільз ортеза за розміченими контурами та їхнє оброблення;
- установаження вкладних рамок батареї живлення та електронного блоку керування на облицювальний кожух;
- попереднє складання ортеза до примірювання;
- виготовлення елементів кріплення та встановлення їх на гільзи ортеза;
- попереднє примірювання ортеза та калібрування електронного блока управління в тестовому режимі на пацієнтові; коригування ортеза за результатами примірювання;
- повторне примірювання, налаштування автоматичного калібрування; навчання пацієнта користуватися електронним колінним шарніром *E-MAG Active*;
- остаточне складання ортеза;
- перевірка якості виготовлення ортеза;
- видача ортеза пацієнтові.

Виготовлення ортеза за такою технологією дає змогу диференційно підходити до його конструкції в кожному конкретному випадку, підбираючи дизайн ортеза(конфігурацію гільз) та комплектацію (однобічне використання шарнірів або двобічне) залежно від стану м'язів нижньої кінцівки та її

деформації. Використання в технології комбінації таких матеріалів, як акрилова смола, три види вуглетканини з різним напрямком волокон і ПВХ-профілю дозволяє отримувати стабільні та жорсткі гільзи з урахуванням ваги тіла, деформацій кінцівки та активності пацієнта. Виготовлення м'яких вкладишів із плюшевої тканини «епонжу», яку можна прати, надає більшу комфортність та дозволяє підтримувати гарну гігієнічність ортеза.

На рис. 3.51 і 3.52. подано ілюстрації конструкцій ортеза та його застосування.

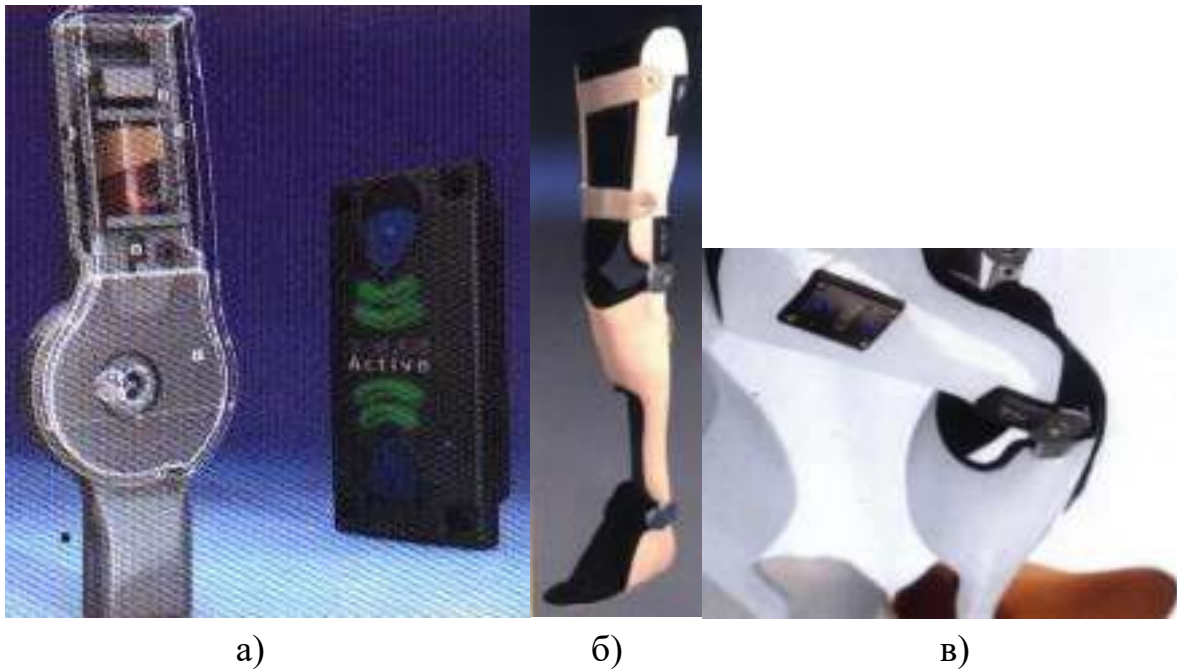


Рисунок 3.51 – Приклади SCO з електронною системою з використанням колінного шарніра *E-MAG Active* фірми *Otto Bock* (Німеччина):
 а – колінний шарнір і блок керування; б – SCO з одnobічним розташуванням шарнірів; в – SCO з двобічним розташуванням шарнірів
 (зверніть увагу: на рис. а) на колінному шарнірі добре видно електромагніт; на рис. в) на гільзі стегна добре видно блок управління колінним шарніром)

Безумовно, SCO з електронною системою є більш сучасним і цікавим ортопедичним виробом, який має низку переваг, а саме:

- швидкість і безшумність роботи;
- можливість індивідуального налаштування для конкретного пацієнта;
- косметичність;
- забезпечення ходьби, яка наближена до фізіологічно правильної;
- здатність ходити по нерівній поверхні, сходах, можливість їздити в ортезі на велосипеді.



а)

б)

Рисунок 3.52 – Пацієнт УкрНДПротезування з діагнозом «поранення хребта» в лівому SCO з одnobічним розташуванням шарнірів з колінним шарніром *E-Mag Active* здійснює самостійну ходьбу в брусах: а – індивідуальний ортез пацієнта; б – пацієнт в ортезі (зверніть увагу: на рис. а) на гільзі стегна добре видно блок управління (зверху) і акумуляторну батарею (знизу); в ортезі встановлені два гомілковостопних металевих багатофункціональних підпружинених шарніри подвійної дії; на рис. б) під час фази переносу лівої нижньої кінцівки колінний шарнір *E-Mag Active* працює як беззамковий, забезпечуючи згинання гомілки для вільного проносу стопи над поверхнею)

Однак SCO з електронною системою мають і свої недоліки:

- залежність від джерела живлення;
- обмежений час ходьби, який визначається зарядом акумуляторної батареї;
- підвищена ймовірність відмови й неможливість самостійного ремонту;

висока вартість.

Але як загальний підсумок сказаному варто зазначити, що ортез із системами SCO – надійний і ефективний засіб, здатний істотно допомогти пацієнтам у поліпшенні якості життя.

3.10 Компенсувальні ортези на колінний і гомілковостопний суглоби-стопу

Компенсувальні ортези на колінний і гомілковостопний суглоби-стопу призначають у разі вродженого недорозвитку нижніх кінцівок у пацієнтів, якщо вкорочення понад 8 см. Особливістю забезпечення компенсувальним ортезом є комбінація укорочення кінцівки з втратою сили м'язів та функції контролю рухів у суглобах нижньої кінцівки. Конструктивно таке забезпечення є комбінацією протеза з ортезом. І тому компенсувальні ортези ще називають ортопротезами. У компенсувальному ортезі, з одного боку, досягається компенсація ослаблених м'язів відповідної мускулатури, контроль та підтримка суглобів, а з другого – вирівнювання довжини вкороченої кінцівки щодо здорової.

Компенсувальні ортези на колінний і гомілковостопний суглоби-стопу призначаються хворим різних вагових категорій до 100 кг для компенсації укорочення нижньої кінцівки, її фіксування та підтримування у визначеному положенні в разі вродженого недорозвинення на рівні гомілки з укороченням понад 8 см.

Конструкція ортеза передбачає використання комплектувальних виробів, які застосовуються для протезів гомілки (стопа штучна, модуль з'єднувальний, адаптер хомут, адаптер гільзовий) та ортезів (шарніри з шинами) [56].

Ортези мають виконувати такі функції:

- забезпечувати компенсацію вкорочення нижньої кінцівки;
- забезпечувати опороздатність під час стояння та ходьби;
- забезпечувати управління нижньою кінцівкою під час ходьби;
- забезпечувати управління рухом;
- забезпечувати компенсацію ослаблених м'язів;
- довжина вкороченої нижньої кінцівки в ортезі має бути рівною довжині здорової нижньої кінцівки пацієнта;
- індивідуальність виготовлення з урахуванням анатомічних особливостей укороченої нижньої кінцівки пацієнта;
- надійна фіксація та корекція деформації (якщо в цьому є необхідність);
- можливість рухомості в тазостегновому суглобі ураженої кінцівки;
- відповідність конструкції ортеза рівню вкорочення та вираженим функціональним розладам ураженої нижньої кінцівки;

- комплектувальні вироби ортеза (системні колінні шарніри з шинами, з'єднувальні адаптери, модульна трубка та штучна стопа) мають забезпечувати його жорсткість, міцність, можливість надійної фіксації нижньої кінцівки пацієнта;
- з'єднувальні адаптери, модульна трубка й штучна стопа має забезпечувати можливість встановлення довжини вкороченої нижньої кінцівки відповідно до довжини здорової кінцівки;
- забезпечувати легке надягання та знімання ортезів у положенні пацієнта сидячи та лежачи.

Зовнішній вигляд компенсуючого ортеза на колінний і гомілково-стопний суглоб-стопу зображений на рис. 3.53.

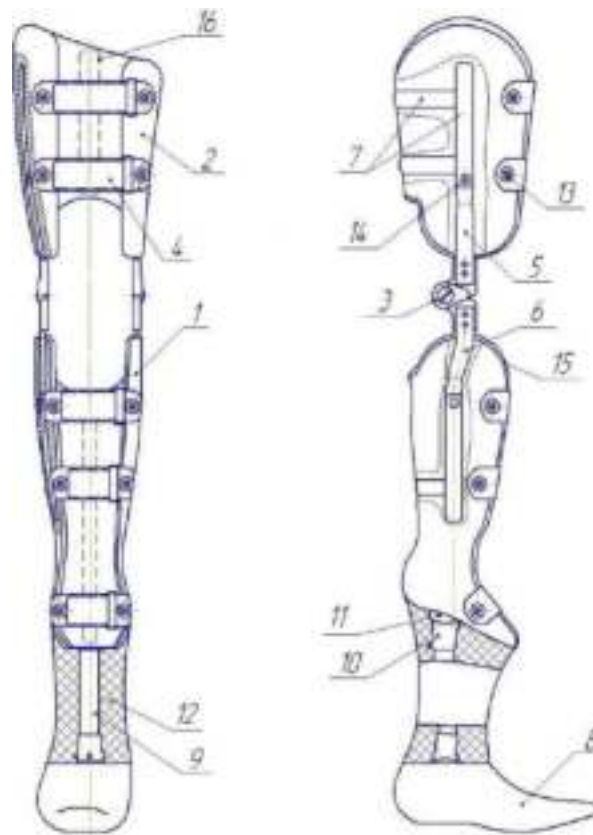


Рисунок 3.53 – Зовнішній вигляд компенсуючого ортеза на колінний і гомілковостопний суглоб-стопу

Ортез містить гільзу гомілки зі стопою 1, гільзу стегна 2, виготовлені за технологією вакуумного ламінування композиційних матеріалів на основі акрилових смол, та два шарніри системних колінних беззамкових 3. Гільзи ортеза 1, 2 з'єднуються між собою за допомогою шин системних стегна 5 та шин системних гомілки 6, ламінованих усередину гільз. Для збільшення міцності гільза стегна 2 має ребра жорсткості 7. Ортез має штучну стопу 8, яка приєднується до гільзи гомілки зі стопою 1 за допомогою модуля

з'єднувального 9, адаптера-хомута 10, адаптера гільзового 11, які розташовані підпоролоновою косметичною оболонкою 12. Ортез фіксується на кінцівці за допомогою елементів кріплення 4, які приєднуються до гільз ортеза за допомогою гвинтів 13 із фланцями 14. Для більш комфортного користування в ортезі є пом'якшувальна трикотажна плюшева підкладка «епонж» 15, що кріпиться до гільзи за допомогою стрічки «мікрovelкро» 16.

Особливостями конструкції ортеза є:

- поєднання в одному виробі елементів ортеза (колінні шарніри, шини) і протеза (штучна стопа, з'єднувальний модуль, адаптери), що дає змогу компенсувати скорочення нижньої кінцівки та силу м'язів, управляти рухом суглобів, забезпечивши самостійну ходьбу пацієнта;

- виготовлення гільз ортеза з композиційних матеріалів на основі акрилових смол, завдяки чому ортез має високі міцність і жорсткість за умови відносно невеликої ваги. Крім того, у разі певних показань, наприклад, нестабільності колінного суглоба, гільза стегна дозволяє додатково його фіксувати;

- використання в гільзах м'якого вкладиша з трикотажної плюшевої тканини «епонж», завдяки чому значно підвищується комфорт у процесі експлуатації ортеза пацієнтом.

Наведемо основні технологічні операції з виготовлення компенсувального ортеза на колінний і гомілковостопний суглоби-стопу:

- огляд хворого, визначення показань щодо призначення виробу;
- розмічення та зняття мірок із нижньої кінцівки;
- виготовлення гіпсового негатива нижньої кінцівки;
- розмічення на негативі центрів установаження колінних і гомілково-стопних шарнірів та підготовка до заливки гіпсом;
- виготовлення гіпсової моделі нижньої кінцівки;
- розмічення на моделі центра для установаження гільзового адаптера; розмічення базових ліній схеми побудови ортеза;
- виготовлення примірювальної гільзи на стегно, гомілку, стопу з гіпсових бинтів;
- примірювання гільзи та доопрацювання гіпсової моделі;
- підганяння гільзового адаптера на гомілку;
- підганяння шин по гіпсовій моделі нижньої кінцівки;
- підготовка елементів ортеза до вакуумного формування (залиття акриловою смолою);
- встановлення елементів ортеза на гіпсову модель та підготовка до вакуумного формування; залиття акриловою смолою;

- розмічення контурів гільз ортеза; їхня обрізка та попереднє складання ортеза;
- виготовлення елементів кріплення та встановлення їх на гільзи ортеза;
- попереднє примірювання ортеза та його корегування;
- остаточне складання ортеза;
- повторне примірювання та корегування ортеза;
- виготовлення косметичного облицювання компенсувального ортеза;
- примірювання та видача ортеза.

Виготовлення ортеза за такою технологією дозволяє індивідуально підходити до його конструкції в кожному конкретному випадку, підбираючи дизайн ортеза залежно від стану м'язів кінцівки, її деформації та укорочення. Використання в технології комбінації таких матеріалів, як акрилова смола, три види вуглетканини з різним напрямком волокон і ПВХ-профілю дає змогу отримувати стабільні й жорсткі гільзи різної форми з урахуванням ваги тіла, деформацій кінцівки та активності пацієнта. Виготовлення м'яких вкладишів з плюшевої тканини, яку можна прати, надає більшу комфортність та дозволяє підтримувати гарну гігієнічність ортеза. Застосування комплектувальних виробів, таких як стопа штучна, модуль з'єднувальний, адаптер-хомут, адаптер гільзовий, дозволяє проводити регулювання схеми побудови ортеза і підлаштовувати її максимально під потреби пацієнта, а шарніри з шинами дають змогу керувати рухами в колінному суглобі та стабілізувати його [22].

Нижче наведемо кілька прикладів, що ілюструють конструкцію ортеза та його застосування.

На рис. 3.54, *а* наведено індивідуальний лівий компенсувальний ортез. Ортез виготовлений із шаруватих пластиків на основі акрилових смол. Гільзи стегна й гомілки з'єднані між собою беззамковими одновісними шарнірними шинами на колінний суглоб. Ланки шин ламіновані в гільзі ортеза. До стопної частини гільзи гомілки із стопою приєднана через протезну модульну систему «штучна стопа». Ортез фіксується на нижній кінцівці за допомогою кріплення «велкро».

Показанням до призначення ортеза є вроджене недорозвинення лівої гомілки з укороченням до 10 см, вальгусна деформація лівого колінного суглоба та плоско-вальгусна деформація лівої стопи.

На рис. 3.54, *б* зображено ще одну конструкцію індивідуального лівого компенсувального ортеза, виготовленого із шаруватих пластиків на основі акрилових смол. Конструкція цього ортеза аналогічна описаній вище. Основною різницею є конструкція гільзи стегна. У цьому ортезі цільна гільза

стегна забезпечує розвантаження нижньої кінцівки за рахунок упору в тубер (сідничний бугор) сідничної кістки тазу за типом протеза стегна з поперечно-овальною гільзою. Крім того, у цьому ортезі застосовані двохосьові шарнірні шини на колінний суглоб. Ортез призначений для дитини через уроджене недорозвинення лівої нижньої кінцівки з укороченням до 30 см, вивиху лівого тазостегнового суглоба, згинальної контрактури лівого колінного суглоба та сколіозу.



а)



б)

Рисунок 3.54 – Приклади конструкцій компенсувальних ортезів на колінний і гомілковостопний суглоби-стопу, розроблених в УкрНДПротезування в межах наукової тематики, та їхнє застосування: а – компенсувальний ортез із гільзами стегна та гомілки, розкритими по передній поверхні; б – компенсувальний ортез із цільною гільзою стегна, виконаною з упором у сідничний горб;

гільза гомілки розкрита по передній поверхні (зверніть увагу: на рис. б) зображена пацієнтка УкрНДПротезування в компенсувальному ортезі та корсеті для лікування сколіозу може самостійно стояти й ходити без сторонньої допомоги)



Рисунок 3.55 – Пацієнт УкрНДПротезування з діагнозом «уповільнено консолідований хибний суглоб шийки лівого стегна на фоні дисплазії шийки стегна; стан після неодноразового оперативного лікування; укорочення лівої нижньої кінцівки 11 см» (давність захворювання – 8 років) в компенсувальному ортезі на колінний і гомілковостопний суглоби-стопу може здійснювати самостійну ходьбу за допомогою милиць (зверніть увагу: в ортезі пацієнта використовуються замкові колінні шарніри для надійного зрощення хибного суглоба шийки лівого стегна)

3.11 Ортези на колінний і гомілковостопний суглоби-стопу, виготовлені з використанням системи комп'ютерного автоматизованого проєктування CAD/CAM

У сучасному ортезуванні нижніх кінцівок є технології, що дають змогу виготовляти індивідуальні ортези нижніх кінцівок без зняття гіпсових негативів і створення гіпсових моделей. Це так звані CAD/CAM-технології (системи)

або системи автоматизованого проєктування технологічної підготовки виробництва та інженерного аналізу.

CAD-системи (*Computer Aided Design* – комп'ютерна підтримка проєктування) призначені для вирішення конструкторських завдань і оформлення конструкторської документації (тобто системи автоматизованого проєктування САПР). Як правило, CAD-системи містять модулі моделювання тривимірної об'ємної конструкції (деталі) й оформлення креслеників і текстової конструкторської документації (специфікацій, відомостей тощо). Тривимірні CAD-системи дають змогу реалізувати ідею наскрізного циклу підготовки й виробництва складних промислових виробів.

Зі свого боку CAM-системи (*Computer Aided Manufacturing* – комп'ютерна підтримка виготовлення) призначені для проєктування оброблення виробів на верстатах із числовим програмним керуванням (ЧПК) і видачі програм для цих верстатів (фрезерних, свердлувальних, ерозійних, пробивних, токарних, шліфувальних тощо). CAM-системи ще називають системами технологічної підготовки виробництва. Вони є практично єдиним способом для виготовлення складних за профілем деталей і скорочення циклу їхнього виробництва. У CAM-системах використовується тривимірна модель деталі, створена в CAD-системі.

CAD/CAM-технології (системи) мають таку класифікацію:

- креслярсько-орієнтовані системи (з'явилися ще в 70-ті рр. і успішно застосовуються в деяких випадках і сьогодні);

- системи, що дозволяють створювати тривимірну електронну модель об'єкта, яка дає змогу вирішити завдання його моделювання аж до моменту виготовлення;

- системи, що підтримують концепцію повного електронного опису об'єкта (EPD – *Electronic Product Definition*). EPD – це технологія, що забезпечує розроблення й підтримання електронної інформаційної моделі впродовж усього циклу виробу, зокрема маркетинг, концептуальне й робоче проєктування, технологічну підготовку, виробництво, експлуатацію, ремонт і утилізацію.

У виготовленні моделей для ортезів нижніх кінцівок індивідуального виготовлення за допомогою CAD/CAM-технології (системи) застосовують 3D-сканери. Приклади найбільш поширених моделей сканерів наведено на рис. 3.56.

3D-сканер є спеціальним пристроєм, який аналізує певний фізичний об'єкт або простір, щоб отримати відомості про форму предмета і,

за можливість, про його зовнішній вигляд. Зібрані дані надалі застосовуються для створення цифрової тривимірної моделі цього об'єкта.



Рисунок 3.56 – Приклади найбільш поширених моделей лазерних 3D-сканерів

3D-сканери поділяються на два типи – контактні й безконтактні. У свою чергу безконтактні 3D-сканери можна поділити ще на дві групи – активні та пасивні.

Контактні 3D-сканери досліджують (зондують) об'єкт безпосередньо через фізичний контакт, поки сам предмет перебуває на прецизійній (точній) перевірній плиті, відшліфованій і відполірованій до певної міри шорсткості поверхні.

Активні безконтактні сканери використовують певні види випромінювання або просто світло та сканують об'єкт через відбиття світла або проходження випромінювання крізь об'єкт або середовище. У таких пристроях застосовується світло, ультразвук або рентгенівські промені. До активних сканерів належать часопротітні та тріангуляційні лазерні 3D-сканери.

Як часопролітні, так і триангуляційні сканери мають переваги й недоліки, що визначає їхній вибір для кожної конкретної ситуації. Перевага часопролітних пристроїв у тому, що вони оптимально підходять для роботи на дуже великих відстанях аж до декількох кілометрів. Вони ідеальні для сканування будівель або географічних об'єктів. Водночас, до їхніх недоліків належить точність вимірів. Що ж до триангуляційних далекомірів, то в них ситуація з точністю протилежна. Діапазон їхньої дії становить лише декілька метрів, а ось точність відносно висока. Такі пристрої можуть виміряти відстань з точністю до десятків мікрометрів.

Використання сучасних технологій у виготовленні ортезів на нижні кінцівки дозволяє суттєво підвищити якість виробів та скоротити терміни їхнього виготовлення.

У виробництві індивідуальних ортезів з використанням CAD/CAM-технології за допомогою 3D-сканування виконуються такі етапи:

- сканування нижньої кінцівки пацієнта;
- створення віртуальної 3D-моделі з урахуванням рекомендацій лікаря в CAD-системі;
- розроблення програми для верстата з ЧПК для виготовлення моделі нижньої кінцівки;
- виготовлення моделі нижньої кінцівки на верстаті з числовим програмним управлінням (ЧПУ);
- подальше виготовлення проводиться за наявними технологіями виготовлення КАФО.

Нижче, для кращого розуміння питання, наведемо основні етапи технології CAD/CAM з використанням 3D-сканування під час виготовлення індивідуальних ортезів на колінний і гомілковостопний суглоби-стопу за допомогою сканера *Structure Sensor* виробництва компанії *Occipital* (США), який має такі технічні характеристики:

- вимірювання відстані, ІЧ-діапазон;
- підсвічування: інфрачервоний лазер, стандартні інфрачервоні світлодіоди;
- робоча відстань: 40 см – 3,5 м;
- точність: 1% від робочої відстані;
- роздільна здатність: VGA (640x480) або QVGA (320x240);
- частота кадрів: 30 або 60 кадрів за секунду;
- кут огляду: 58° по горизонталі, 45° по вертикалі;
- акумулятор: 3–4 год в активному режимі;

- габаритні розміри: 119x28x29 мм;
- вага: 99 г.

Варто зазначити, що для сканування може використовуватися інший сканер з аналогічними характеристиками.

Загальні відомості про технологію CAD/CAM із використанням 3D-сканування у виготовленні ортезів на колінний і гомілковостопний суглоби-стопу:

1. Застосування технології CAD/CAM з використанням 3D-сканування дозволяє уникнути більшості недоліків традиційного підходу у виготовленні ортезів на колінний і гомілковостопний суглоби-стопу, пов'язані з виготовленням гіпсових негативів та гіпсових моделей. Крім цього, технологія CAD/CAM має багато додаткових переваг:

- зменшення часу виготовлення ортеза;
- підвищення комфортності для пацієнта завдяки скасування гіпсових робіт;
- можливість дистанційного отримання цифрової моделі нижньої кінцівки та виготовлення моделі з пінополіуретану (спеціальної твердої піни);
- можливість порівняльного аналізу результатів ортезування завдяки веденню архіву цифрових моделей за весь час консервативного лікування та реабілітації.

2. Для отримання інформації щодо форми сегмента тіла, з яким надалі буде контактувати індивідуальний елемент технічного засобу реабілітації (ТЗР), використовується оптичний сканер та спеціальне програмне забезпечення, що дозволяє модифікувати цифрову модель залежно від індивідуальних особливостей людини та припису лікаря-ортопеда.

3. Від якості сканування, коректності його модифікації безпосередньо залежить ефективність виготовленого ТЗР та зручність у його застосуванні. У процесі сканування найбільш важливо мінімізувати мимовільні рухи людини та сканера.

4. Сканування може проводитись у трьох режимах:

I-й режим – ручне сканування нижньої кінцівки пацієнта в положенні стоячи з використанням планшетного комп'ютера. Для сканування нижньої кінцівки оператор, тримаючи сканер у руках та направляючи його на поверхню кінцівки, що сканується, проходить навколо пацієнта;

II-й режим – ручне сканування нижньої кінцівки пацієнта в положенні лежачи на кушетці. Пацієнт, на прохання оператора, по чергово лягає на спину або

на живіт, виставляючи стопи за межі кушетки. У кожному положенні оператор сканує нижню кінцівку, обходячи навколо пацієнта у визначеному положенні;

III-й режим – автоматичне сканування нижньої кінцівки пацієнта в положенні стоячи з використанням спеціальної поворотної платформи та стаціонарно встановленого сканера. За умови автоматичного сканування сканер устанавлюється на штатив та за допомогою кабелю підключається до персонального комп'ютера з відповідним програмним забезпеченням. Після цього пацієнт стає в центр обертальної платформи. Оператор за допомогою пульта дистанційного керування вмикає платформу та починає процес сканування, керуючи програмним забезпеченням.

I-й режим використовується для пацієнтів, які можуть самостійно стояти за допомогою допоміжних засобів (костилів, підлокітників, ходунків);

II-й режим застосовується для пацієнтів, які не можуть самостійно стояти;

III-й режим використовується для пацієнтів, які можуть самостійно стояти без додаткової опори.

Під час сканування підошовної поверхні стопи в режимах I або III рекомендується запропонувати пацієнтові лягти на кушетку та виставити стопи за її межі. Після цього оператор сканує підошовну поверхню стопи, а потім для виготовлення цифрової 3D-моделі нижньої кінцівки в комп'ютері з'єднує підошовну поверхню стопи з основною моделлю нижньої кінцівки [57].

Далі розглянемо технологічні етапи сканування нижньої кінцівки пацієнта, який стоїть на обертальній платформі (для III режиму сканування); модифікації (корекції) цифрової 3D-моделі нижньої кінцівки та виготовлення моделі нижньої кінцівки з пінополіуретану.

Технологічний етап сканування нижньої кінцівки пацієнта

1. Попросити пацієнта зняти брюки, щоб забезпечити пряму видимість зони сканування нижньої кінцівки. Необхідно зазначити, що сканування здійснюється безпосередньо з оголеною нижньою кінцівкою пацієнта. В одязі сканування здійснювати не дозволяється.

2. Попросити пацієнта стати на обертальну платформу й зайняти правильне положення для якісного сканування. Пацієнт має поставити ноги на ширину плечей, щоб забезпечити доступ сканера до внутрішньої (медіальної) поверхні нижньої кінцівки та підтримувати максимально нерухоме положення під час всього циклу сканування.

3. Вибрати зону сканування за допомогою 3D-сканера, з'єданого з персональним комп'ютером, та задати параметри сканування.

4. Привести до руху обертальну платформу та почати процес сканування, керуючи на персональному комп'ютері відповідним програмним забезпеченням (рис. 3.57).

5. Попросити пацієнта лягти на кушетку так, щоб стопи були за її межами. Відсканувати підошовну поверхню стопи.



Рисунок 3.57 – 3D-модель нижньої кінцівки пацієнта після сканування

Технологічний етап модифікації (корекції) цифрової 3D-моделі нижньої кінцівки

1. Провести корекцію отриманої 3D-моделі нижньої кінцівки (рис. 3.58) на персональному комп'ютері з використанням відповідного програмного забезпечення, а саме:

- заповнити пустоти;
- вилучити зайві сегменти, залишивши тільки необхідні зони;
- з'єднати підошовну поверхню стопи з основною моделлю кінцівки;
- зберегти 3D-модель у файлі для подальшого моделювання.

2. Обробити результати сканування на персональному комп'ютері з використанням програмного забезпечення відповідно до обраної конструкції ортеза на колінний і гомілковостопний суглоби-стопу та отримати твердотільну відредаговану 3D-модель нижньої кінцівки (рис. 3.59). Необхідно стежити, щоб коригувальні зусилля, що діють в ортезі, відповідали біомеханічним принципам корекції деформації та медичному призначенню лікаря й враховували індивідуальні особливості пацієнта.



Рисунок 3.58 – 3D-модель нижньої кінцівки пацієнта після попередньої корекції



Рисунок 3.59 – Твердотільна віртуальна модель нижньої кінцівки пацієнта після оброблення у відповідному програмному забезпеченні

3. Передати віртуальну твердотільну відредаговану 3D-модель ортеза в САМ-систему та програмувати режим її подальшого оброблення (рис. 3.60) на фрезерному трикоординатному верстаті з числовим програмним управлінням (ЧПУ).

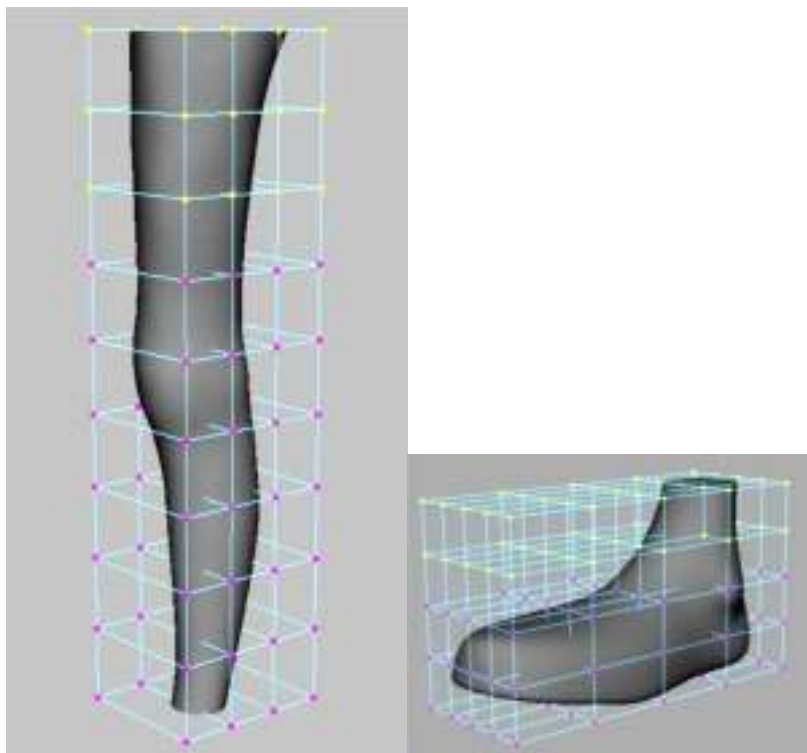


Рисунок 3.60 – Програмування 3D-моделі нижньої кінцівки в САМ-системі для подальшого оброблення на верстаті з числовим програмним керуванням (ЧПУ)

Технологічний етап виготовлення моделі нижньої кінцівки з пінополіуретану (ППУ)

1. Підібрати заготовку з ППУ необхідного розміру. Розмір заготовки залежить від розміру отриманої 3D-моделі нижньої кінцівки.

2. Установити заготовку з ППУ на фрезерному трикоординатному верстаті з числовим програмним керуванням (ЧПУ).

3. Запустити верстат на автоматичнеоброблення моделі (рис. 3.61).



Рисунок 3.61 – Виготовлення моделі нижньої кінцівки з пінополіуретану на верстаті з ЧПУ

4. Після завершення оброблення вимкнути верстат та зняти з нього готову модель нижньої кінцівки.

5. Перевірити відповідність розмірів цифрової 3D-моделі розмірам, що вказані в бланку замовлення та готової моделі нижньої кінцівки із поліуретану. Доробити за необхідності модель із пінополіуретану.

6. Свердлувати отвір в проксимальному торці моделі нижньої кінцівки з ППУ.

7. Вставити опорну трубу в модель (для встановлення в лещата).

8. Приготувати рідкий гіпсовий розчин.

9. Шліфувати нерівності моделі нижньої кінцівки з ППУ (за необхідності).

10. Передати модель для подальших дій з виготовлення ортеза на колінний і гомілковостопний суглоби-стопу.

Ортези на гомілковостопний суглоб-стопу (AFO) виготовляються аналогічним чином, тому тут їх описувати не будемо [54].

3.12 Лікувально-тренувальні ортези максимальної готовності на колінний і гомілковостопний суглоби-стопу, або тест-ортези

Лікувально-тренувальні ортези максимальної готовності на колінний і гомілковостопний суглоби-стопу, або тест-ортези (*патент на винахід*

України № 123034 «Лікувально-тренувальний ортез на нижню кінцівку»), призначаються для визначення фізичних можливостей та реабілітаційного потенціалу пацієнтів-дорослих вагою до 125 кг з важкими порушеннями функцій опори й ходьби, та навчання пацієнтів вертикалізації та самостійної ходьби за допомогою допоміжних засобів (брусів, ходунів) протягом 5–7 діб після надходження до стаціонару [58].

Тест-ортези мають виконувати такі функції:

- забезпечувати управління нижніми кінцівками під час ходьби;
- забезпечувати надійну фіксацію нижніх кінцівок;
- забезпечувати опороздатність під час стояння та ходьби;
- забезпечувати легке надягання та знімання ортезів у положенні пацієнта сидячи.

Також важливими функціями тест-ортезів є:

- управління рухом;
- корекція деформацій;
- компенсація ослаблених м'язів.

Тест-ортез є виробом максимальної готовності, який виготовляється в трьох типорозмірних виконаннях, конструкції яких аналогічні одна одній.

Типорозмір тест-ортеза визначається типорозмірами готових гіпсових або дерев'яних моделей гільзи гомілки зі стопою та гільзи стегна.

Зовнішній вигляд лікувально-тренувального ортеза максимальної готовності на колінний і гомілковостопний суглоби-стопу поданий на рис. 3.62.

Лікувально-тренувальний ортез максимальної готовності на колінний і гомілковостопний суглоби-стопу містить типорозмірні й послідовно шарнірно з'єднані гільзу 1 стопи, гільзу 2 гомілки і гільзу 3 стегна, які виготовлені з термопластичного матеріалу з розрізами 4 по передній поверхні гільз. На типорозмірних гільзах 1, 2, 3 виконані ложементи 5, 6, 7, 8 з рядами отворів 9 діаметром 4,5 мм. Отвори 9 на всіх ложементах виконані з кроком 10 мм (відстані між центрами отворів). У ложементи 5, 6 уставлені регульовані шини 10, 11 з рядами різьбових отворів 12 з різьбленням М4 і кроком 10 мм. Регульовані шини 10, 11 з'єднані металевими системними гомілковостопними шарнірами 13.

У ложементи 7, 8 вставлені регульовані шини 14, 15 з рядами різьбових отворів 16 із різьбленням М4 і кроком 10 мм. Регульовані шини 14, 15 з'єднані металевими системними колінними шарнірами 17. Регульовані шини 10 виготовлені зі сталі. Регульовані шини 11, 14, 15 виготовлені з алюмінієвого сплаву. Регульовані шини 10, 11 гомілковостопних шарнірів 13 і регульовані

шини 14, 15 колінних шарнірів 17 приєднані до відповідних ложементів гільз тест-ортеза за допомогою з'єднувальних гвинтів 18 із різьбленням М4.

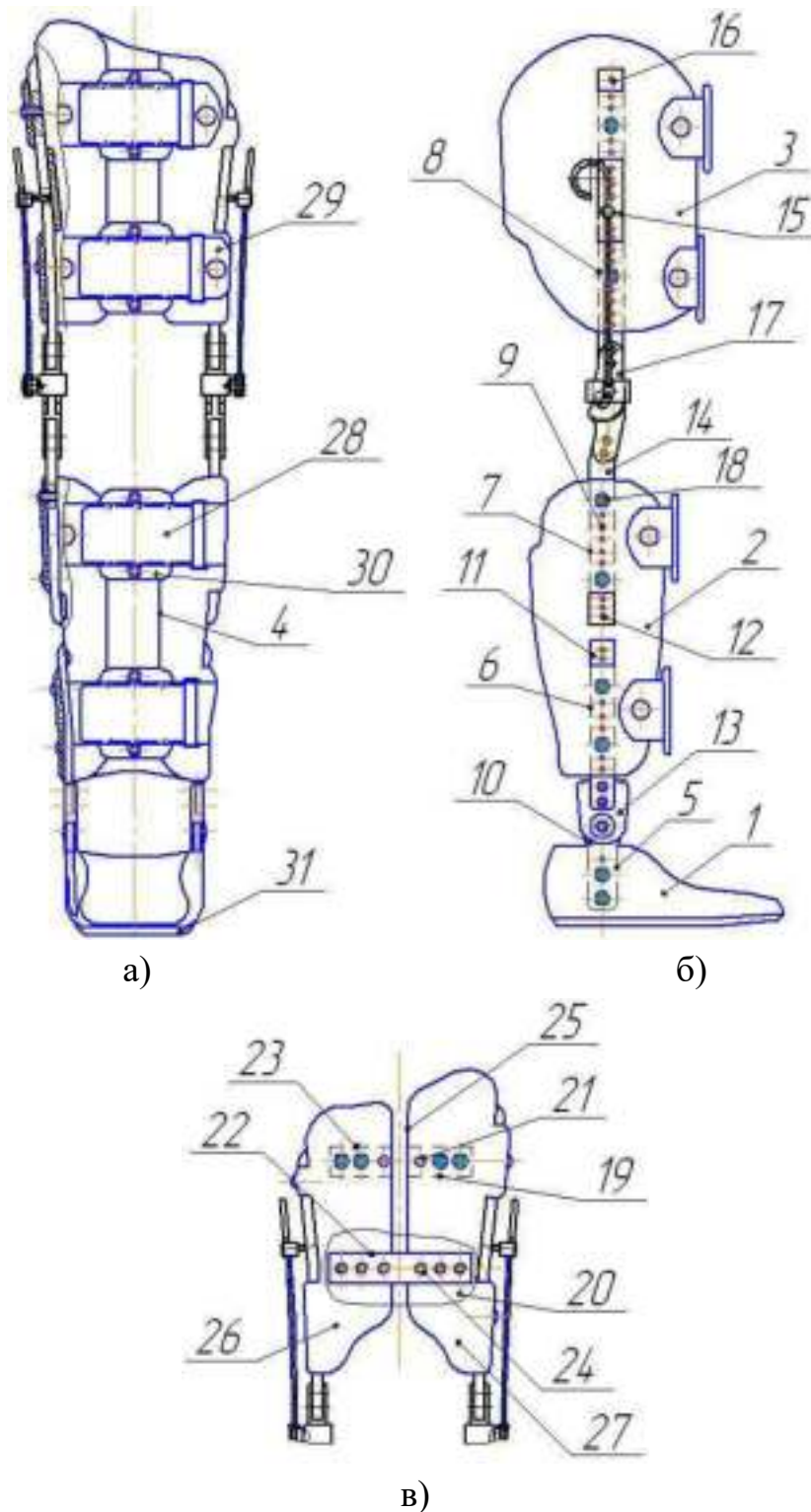


Рисунок 3.62 – Зовнішній вигляд лікувально-тренувального ортеза максимальної готовності на колінний і гомілковостопний суглоби-стопу:
 а – вигляд спереду; б – вигляд збоку; в – вигляд ззаду

На задній поверхні типорозмірної гільзи 3 стегна виконані ложементи 19, 20 з рядами отворів 21 діаметром 4,5 мм і кроком 10 мм. У ложементи 19, 20 встановлені відповідні регульовані напрямні 22, 23, виготовлені зі сталі. На напрямних 22, 23 виконані різьбові отвори 24 з різьбленням М4 і кроком 10 мм. На задній поверхні гільзи 3 стегна є розріз 25, який ділить гільзу 3 стегна на дві симетричні напівгільзи 26, 27 (у розібраному стані). На зовнішній поверхні гільз 1, 2, 3 тест-ортеза встановлені елементи кріплення, які виконані у вигляді застібок 28 зі стрічки «велкро» і пряжок 29 з металевими рамками. На застібки 28 надіті м'які клапани 30 для унеможливлення тиску на нижню кінцівку під час експлуатації ортеза. На типорозмірну гільзу 1 стопи наклеєна підошва 31 з мікропористої гуми.

Особливістю конструкції тест-ортеза є можливість його швидкого підганяння (протягом 2–3 год) за індивідуальними розмірами пацієнта завдяки модульному принципу побудови [58].

Модульні ортопедичні системи є ортезами нижніх кінцівок, зібрані з модулів – технічно поєднаних оптимізованих за формою і розмірами (мають типорозмірний ряд) комплектувальних елементів (шини, шарніри) і гільз ортеза. Такі системи дають змогу реалізувати новий підхід до ортезування, а саме коли без зняття гіпсового зліпка (тільки за обмірами кінцівки пацієнта) можна виготовляти типорозмірні ортези нижніх кінцівок, що відповідають індивідуальним за функціональним впливом. Крім того, модульний принцип побудови дає змогу не тільки в короткі терміни зібрати ортез, але й за необхідністю підганяти його відповідно до зміни стану нижньої кінцівки пацієнта [23].

Виготовлення типорозмірного тест-ортеза (*патент на винахід України № 124655 «Спосіб виготовлення типорозмірних лікувально-тренувальних тест-ортезів на колінний суглоб та гомілковостопний суглоб-стопу»*) загалом здійснюється в такій послідовності технологічних операцій [59]:

- обстеження пацієнта; визначення показань щодо призначення тест-ортеза;
- зняття мірок із нижньої кінцівки;
- вибір типорозміру тест-ортеза, який необхідно виготовляти, а саме: підготовка до роботи відповідних готових гіпсових або дерев'яних моделей для виготовлення гільз гомілки, стопи та стегна;
- термоформування типорозмірної гільзи гомілки зі стопою;
- термоформування типорозмірної гільзи стегна;
- виготовлення типорозмірних гільз стегна, гомілки та стопи;
- виготовлення елементів кріплення до типорозмірних гільз стегна, гомілки та стопи;

- установлення елементів кріплення на тест-ортез;
- виготовлення м'яких клапанів на елементи кріплення тест-ортеза;
- складання тест-ортеза до попереднього примірювання;
- попереднє примірювання тест-ортеза;
- підганяння й остаточне складання тест-ортеза;
- надягання тест-ортеза;
- ходьба в тест-ортезі;
- зняття тест-ортеза.

Методика підганяння тест-ортезів по пацієнту здійснюється таким чином (див. рис. 3.62 і опис конструкції) [59]:

1. Уставити шину 10 зовнішнього гомілковостопного шарніра 13 до відповідного ложементу 5 гільзи 1 стопи.

2. Виставити центр гомілковостопного шарніра 13 відповідно до індивідуального розміру нижньої кінцівки пацієнта «центр зовнішньої щиколотки – підлога» (рекомендується цей розмір вимірювати за допомогою металевої лінійки, вставленої всередину гільзи 1 стопи).

3. Приєднати шину 10 зовнішнього гомілковостопного шарніра 13 до ложементу 5 гільзи 1 стопи двома з'єднувальними гвинтами 18 із різьбленням М4 за допомогою викрутки хрестоподібної 710Н8.

4. Приєднати шину 10 внутрішнього гомілковостопного шарніра 13 до ложементу гільзи 1 стопи двома з'єднувальними гвинтами 18 із різьбленням М4.

5. Вставити шини 14 зовнішнього та внутрішнього колінних шарнірів 17 до відповідних ложементів 7 гільзи 2 гомілки.

6. Вставити шини 11 зовнішнього та внутрішнього гомілковостопних шарнірів 13 до відповідних ложементів 6 гільзи 2 гомілки.

7. Приєднати шини 11 зовнішнього та внутрішнього гомілковостопних шарнірів 13 до ложементів 6 гільзи 2 гомілки чотирма з'єднувальними гвинтами 18 з різьбленням М4 (по два гвинти на кожну шину).

8. Виставити центри зовнішнього та внутрішнього колінних шарнірів 17 відповідно до індивідуального розміру нижньої кінцівки пацієнта «центр колінного шарніра – підлога» (рекомендується цей розмір вимірювати за допомогою металевої лінійки, вставленої всередину гільзи 1 стопи).

9. Приєднати шини 14 зовнішнього та внутрішнього колінних шарнірів 17 до відповідних ложементів 7 гільзи 2 гомілки чотирма з'єднувальними гвинтами 18 з різьбленням М4 (по два гвинти на кожну шину).

10. Уставити задні напрямні 22, 23 (верхню та нижню) до відповідних задніх ложементів 19, 20 напівгільз 26, 27 гільзи 3 стегна.

11. Виставити напівгільзи 26, 27 гільзи 3 стегна відповідно до індивідуальних розмірів нижньої кінцівки пацієнта «периметри та лінійні розміри стегна у верхній, середній і нижній третинах у фронтальній площині».

12. Приєднати задні напрямні 22, 23 до відповідних задніх ложементів 19, 20 гільзи 3 стегна вісьмома з'єднувальними гвинтами 18 з різьбленням М4 (по чотири гвинти на кожен напрямну).

13. Уставити верхні шини 15 зовнішнього та внутрішнього колінних шарнірів 17 до відповідних ложементів 8 гільзи 3 стегна.

14. Виставити гільзу 3 стегна відповідно до індивідуального розміру нижньої кінцівки пацієнта «внутрішній центр колінного шарніра – промежина» (рекомендується, щоб верхній внутрішній край гільзи 3 стегна був нижче від промежини на 2–3 см).

15. Приєднати верхні шини 15 зовнішнього та внутрішнього колінних шарнірів 17 до відповідних ложементів 8 гільзи 3 стегна чотирма з'єднувальними гвинтами 18 з різьбленням М4 (по два гвинти на кожен шину).

Нижче наведено приклади конструкції ортеза й реабілітації пацієнтів.



Рисунок 3.63 – Зовнішній вигляд лікувально-тренувального ортеза максимальної готовності [58; 59] на колінний і гомілковостопний суглоби-стопу (зверніть увагу на вигляд збоку (ліворуч): завдяки отворам на гільзах ортеза і шинах ортез можна регулювати по висоті; на підпружинені падаючі замки, які автоматично закриваються під час розгинання гільз гомілки та стегна; на вигляді ззаду (праворуч): завдяки двом напрямним з отворами гільзу стегна можна регулювати по ширині у фронтальній площині)



Рисунок 3.64 – Пацієнт УкрНДІпротезування з діагнозом «Спинальна травма на рівні шийного відділу хребта» в тест-ортезах у високих ходунках проходить реабілітаційні заходи з метою визначення його функціональних можливостей для виготовлення індивідуальних ортезів



Рисунок 3.65 – Пацієнт УкрНДІпротезування з діагнозом «Спинальна травма на рівні верхньо-грудного відділу хребта» в тест-ортезах проходить реабілітаційні заходи з метою вертикалізації та навчання самостійної ходьби в ортезах за допомогою ходунків

3.13 Приклади призначень шарнірних ортезів на колінний і гомілковостопний суглоби-стопу (КАФО)

У п. 3.2 були розглянуті пацієнти I і II типів, яким залежно від залишкової сили м'язів нижніх кінцівок передбачалося призначити шарнірні ортези нагомілковостопний суглоб-стопу (АФО). У цьому підрозділі розглянемо пацієнтів III, IV і V типів, яким передбачається призначення шарнірних ортезів на колінний і гомілковостопний суглоби-стопу (КАФО) [7].

Типи пацієнтів III, IV, V

III тип – припускає параліч усіх м'язів нижньої кінцівки, як тих, що згинають великі суглоби – тазостегновий, колінний, гомілковостопний, так і тих, що розгинають їх з максимальною збереженою силою від 0 до 2 балів за шкалою Янда (рис. 3.66).

У цьому разі в пацієнта може бути:

- відсутня вальгусна чи варусна деформація в колінному суглобі, але присутня рекурвація(перерозгинання) або згинальна контрактура;
- присутня вальгусна чи варусна деформація в колінному суглобі нижньої кінцівки в сполученні з рекурвацією або згинальною контрактурою.

Пацієнт не може стояти на враженій кінцівці.

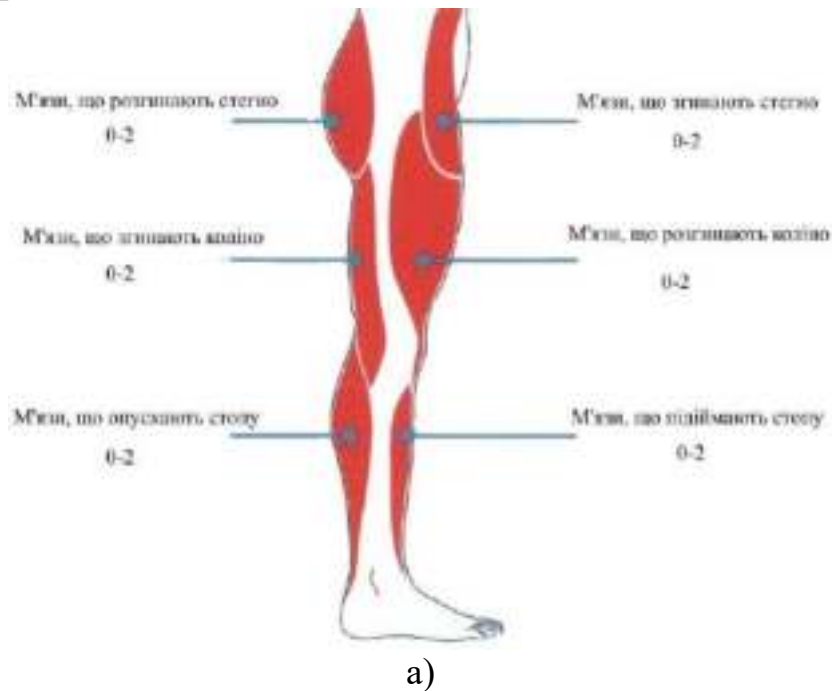
IV тип – припускає параліч нижньої кінцівки, коли пацієнтові завдяки залишковій функції м'язів, що згинають та розгинають стегно, вдається компенсувати відсутню функцію паралізованих м'язів колінного та гомілковостопного суглобів. У цьому випадку стояти й ходити пацієнт самостійно не може. Для цього типу пацієнтів важливо, що за допомогою м'язів, які згинають та розгинають стегно (сила м'язів 3 бали за шкалою Янда) вдається зробити перенос кінцівки (рис. 3.67).

У цьому разі в пацієнта може бути:

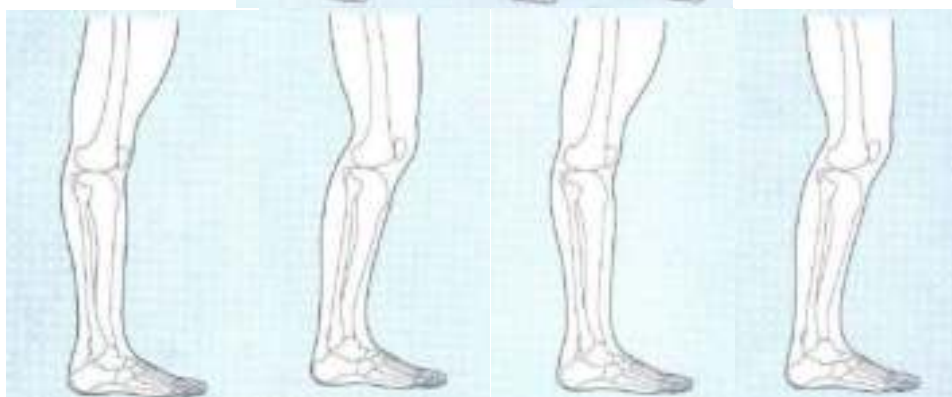
- відсутня вальгусна чи варусна деформація в колінному суглобі нижньої кінцівки, але присутня рекурвація або згинальна контрактура;
- присутня вальгусна чи варусна деформація в колінному суглобі нижньої кінцівки в сполученні з рекурвацією або згинальною контрактурою.

V тип – припускає параліч нижньої кінцівки, коли пацієнту завдяки залишковій функції м'язів, що згинають та розгинають стегно, і м'язів, що розгинають коліно, вдається компенсувати відсутню функцію паралізованих м'язів, що згинають коліно й піднімають / опускають стопу. У цьому випадку ходити людина може тільки обмежено. Для цього типу пацієнтів важливо, що за допомогою м'язів, що згинають і розгинають стегно (сила м'язів від 4 до 5 балів

за шкалою Янда), та м'язів, що згинають коліно (сила м'язів від 3 до 5 балів за шкалою Янда), вдається зробити перенос кінцівки, замикаючи колінний суглоб у фазу опори (рис. 3.68).



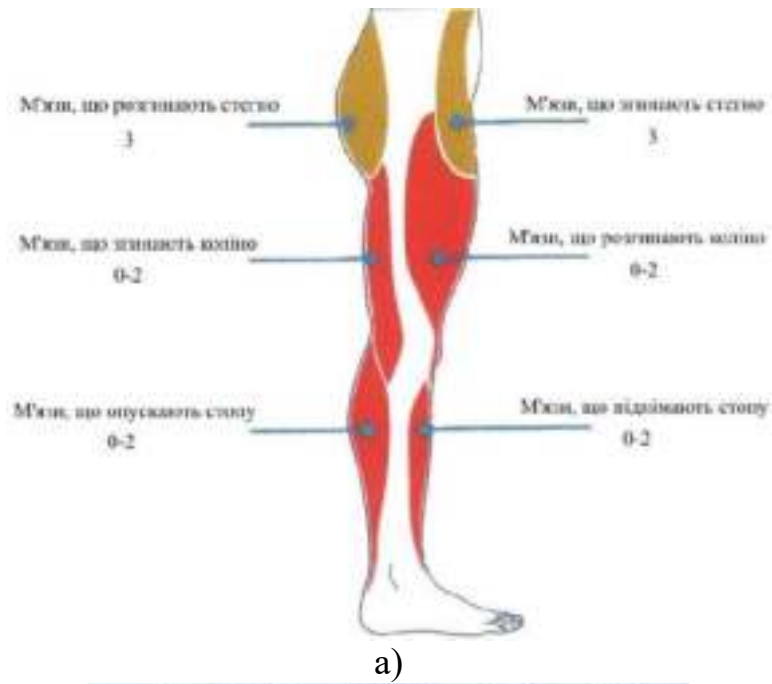
а)



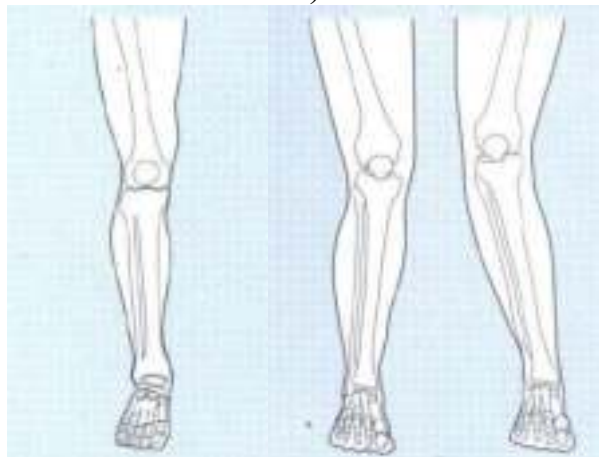
б)

в)

Рисунок 3.66 – Сила м'язів та можливі варіанти деформацій нижніх кінцівок у пацієнтів ІІІ типу: а – сила м'язів нижньої кінцівки; б – відсутня вальгусна чи варусна деформація в колінному суглобі нижньої кінцівки, але присутня рекурвація або згинальна контрактура; в – присутня вальгусна чи варусна деформація в колінному суглобі нижньої кінцівки в сполученні з рекурвацією або згинальною контрактурою



а)

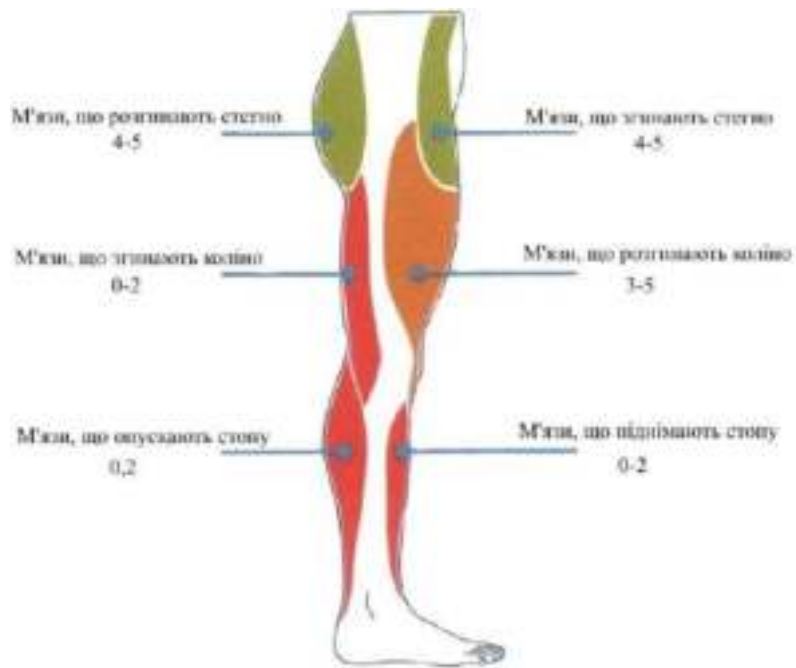


б)

в)



Рисунок 3.67 – Сила м'язів та можливі варіанти деформацій нижніх кінцівок у пацієнтів IV типу: а – сила м'язів нижньої кінцівки; б – відсутня вальгусна чи варусна деформація в колінному суглобі нижньої кінцівки, але присутня рекурвація або згинальна контрактура; в – присутня вальгусна чи варусна деформація в колінному суглобі нижньої кінцівки в сполученні з рекурвацією або згинальною контрактурою



а)



б)

в)

Рисунок 3.68 – Сила м'язів та можливі варіанти деформацій нижніх кінцівок у пацієнтів V типу: а – сила м'язів нижньої кінцівки; б – відсутня вальгусна чи варусна деформація в колінному суглобі нижньої кінцівки, але присутня рекурвація або згинальна контрактура; в – присутня вальгусна чи варусна деформація в колінному суглобі нижньої кінцівки в сполученні з рекурвацією або згинальною контрактурою

У цьому разі в пацієнта може бути:

- відсутня вальгусна чи варусна деформація в колінному суглобі нижньої кінцівки, але присутня рекурвація або згинальна контрактура;
- присутня вальгусна чи варусна деформація в колінному суглобі нижньої кінцівки в сполученні з рекурвацією або згинальною контрактурою.

Рекомендації щодо забезпечення пацієнтів III, IV та V типів ортезами на нижні кінцівки

Пацієнти III, IV та V типів потребують забезпечення ортезами на колінний і гомілковостопний суглоби-стопу.

Біомеханіка корекції вальгусної або варусної деформації у фронтальній площині й згинального моменту колінного суглоба в сагітальній площині ґрунтується на триточковому принципі дії сил: одна сила діє на вершину скривлення; дві інші із протилежного боку, що більша відстань між протидіючими силами, то ефективніша корекція.

Для додання опори в сагітальній площині та для компенсації функцій м'язів гомілки в ортезі рекомендуються використовувати гомілковостопні шарніри двобічної дії, що мають змогу регулювати підшовне та тильне згинання стопи. Ортези з термопластичних матеріалів рекомендується виготовляти з двобічною установкою колінних і гомілковостопних шарнірів із шинами. Ортези з композиційних матеріалів на основі акрилових смол, які мають значну жорсткість і міцність, рекомендується виготовляти з однією установкою колінних та гомілковостопних шарнірів із шинами по зовнішньому боці. Такі конструкції легші, косметично привабливіші та мають відносну гнучкість під час скручування в горизонтальній площині, що забезпечує додатковий комфорт в процесі експлуатації ортезів. Однак у разі вальгусної чи варусної деформації понад 10° рекомендується виготовляти ортези із двобічною установкою шарнірів для додання їм більшої стійкості та надійності.

Як гомілковостопні шарніри для цих типів пацієнтів рекомендується застосовувати шарніри з двома пружинами для забезпечення компенсації функції м'язів, що піднімають та опускають стопу, або шарніри з однією пружиною, або шарніри вільного руху з обмеженням підшовного згинання.

Як колінні шарніри для пацієнтів III типу необхідно використовувати тільки замкові колінні шарніри, для пацієнтів IV типу доцільним буде використання колінних шарнірів з електронним керуванням, а для пацієнтів V типу рекомендується застосування колінних шарнірів із вільним рухом.

Для III, IV та V типів пацієнтів можливі шість варіантів конструкції ортезів залежно від наявності або відсутності деформації (рис. 3.69):

I варіант – ортез на колінний і гомілковостопний суглоб-стопу з однобічним установленням колінного та гомілковостопного шарнірів із шинами (рис. 3.69, *а*). Рекомендується для пацієнтів, у яких відсутня вальгусна чи варусна деформація в колінному суглобі нижньої кінцівки, але присутня рекурвація (див. рис. 3.66–3.68, *а, б*). У конструкції цього ортеза гільзи гомілки та стопи виконуються відкритими по передній поверхні, а гільза стегна – по задній;

II варіант – ортез на колінний і гомілковостопний суглоб-стопу з однобічним установленням колінного та гомілковостопного шарнірів (рис. 3.69, *б*). Рекомендується для пацієнтів, у яких відсутня вальгусна чи варусна деформація в колінному суглобі нижньої кінцівки, але присутня згинальна контрактура (див. рис. 3.66–3.68, *а, б*). У конструкції цього ортеза гільзи стегна та стопи виконуються відкритими по передній поверхні, а гільза гомілки – по задній;

III варіант – ортез на колінний і гомілковостопний суглоб-стопу з двобічним установленням колінного та гомілковостопного шарнірів (рис. 3.69, *в*). Рекомендується для пацієнтів, у яких присутня варусна деформація та рекурвація в колінному суглобі (див. рис. 3.66–3.68, *а, в*). У конструкції цього ортеза гільзи виконуються відкритими, як для варіанта 1, а бокові стінки гільз стегна та гомілки виконуються з урахуванням триточкового принципу дії сил під час корекції варусної деформації;

IV варіант – ортез на колінний і гомілковостопний суглоб-стопу з двобічним установленням колінного та гомілковостопного шарнірів (рис. 3.69, *г*). Рекомендується для пацієнтів, у яких присутня варусна деформація та згинальна контрактура в колінному суглобі (див. рис. 3.66–3.68, *а, в*). У конструкції цього ортеза гільзи виконуються відкритими, як для варіанта 2, а бокові стінки гільз стегна та гомілки виконуються з урахуванням триточкового принципу дії сил у процесі корекції варусної деформації;

V варіант – ортез на колінний і гомілковостопний суглоб-стопу з двобічним встановленням колінного та гомілковостопного шарнірів (рис. 3.69, *д*). Рекомендується для пацієнтів, у яких присутня вальгусна деформація та рекурвація в колінному суглобі (див. рис. 3.66–3.68, *а, в*). У конструкції цього ортеза гільзи виконуються відкритими, як для варіанта 1, а бокові стінки гільз стегна та гомілки виконуються з урахуванням триточкового принципу дії сил під час корекції вальгусної деформації;

VI варіант – ортез на колінний і гомілковостопний суглоб-стопу з двобічним установленням колінного та гомілковостопного шарнірів (рис. 3.69, е). Рекомендується для пацієнтів, у яких присутня вальгусна деформація та згинальна контрактура в колінному суглобі (див. рис. 3.66–3.68, а, в). У конструкції цього ортеза гільзи виконуються відкритими, як для варіанта 2, а бокові стінки гільз стегна та гомілки виконуються з урахуванням триточкового принципу дії сил під час корекції вальгусної деформації.

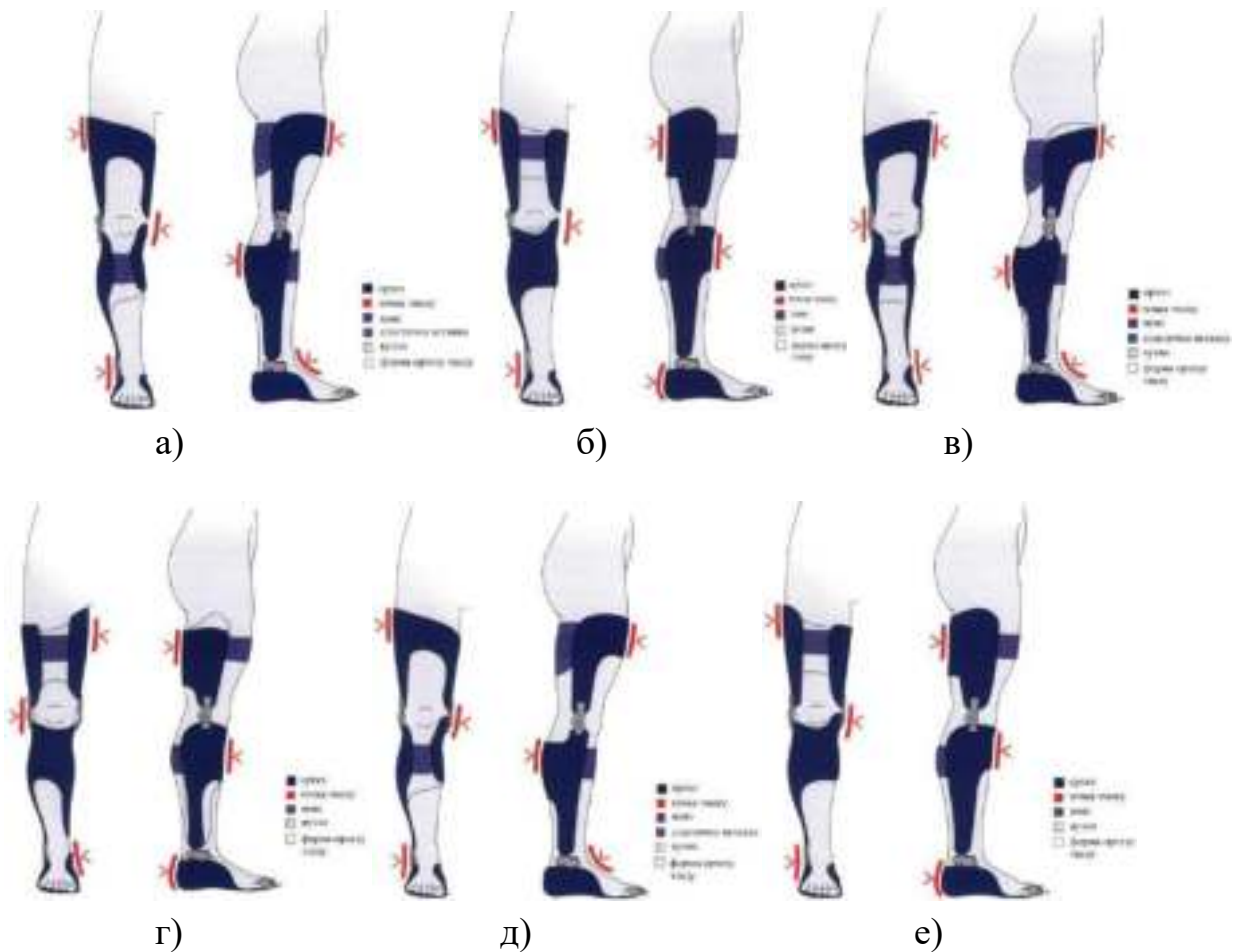


Рисунок 3.69 – Варіанти конструкцій ортезів на колінний і гомілковостопний суглоби-стопу

та біомеханічні принципи корекції деформацій для пацієнтів III типу:

- а – ортез на колінний і гомілковостопний суглоби-стопу, I варіант;
- б – ортез на колінний і гомілковостопний суглоби-стопу, II варіант;
- в – ортез на колінний і гомілковостопний суглоби-стопу, III варіант;
- г – ортез на колінний і гомілковостопний суглоби-стопу, IV варіант;
- д – ортез на колінний і гомілковостопний суглоби-стопу, V варіант;
- е – ортез на колінний і гомілковостопний суглоби-стопу, VI варіант

У пацієнтів III типу (див. рис. 3.66) ураження м'язів у комбінації з вальгусною чи варусною деформацією (фронтальна площина) і згинанням колінного суглоба (сагітальна площина) не дозволяють пересуватися без допоміжного пристосування. Неконтрольоване згинання колінного суглоба через відсутність м'язової функції або наявності контрактури не дає змоги пацієнтові відчувати безпеку у фазі переднього поштовху (торкання п'ятою поверхні) й у фазі опори на всю нижню кінцівку (середина фази опори).

Правильно призначений ортез дозволить зафіксувати колінний суглоб, що дасть можливість відчути впевненість, випрямити поставу й зробити більш симетричним зовнішній вигляд. Через недолік м'язової функції варто відмовитися від беззамкових колінних шарнірів або колінних шарнірів із блокуванням (електронним або механічним) у фазу опори. Для того, щоб пацієнт міг надійно контролювати ортез, необхідно застосовувати тільки замкові колінні шарніри. Конструкція ортеза поряд із фіксацією вальгусної чи варусної деформації має перешкоджати згинанню колінного суглоба. Із цією метою рекомендується виготовляти гільзу гомілки відкриту ззаду з упором під колінним суглобом, а гільзу стегна – відкриту спереду (рис. 3.69, б, г, е). Така конструкція гільз ортеза в комбінації з обмеженням тильного згинання гомілковостопного суглоба дозволить надійно зафіксувати колінний суглоб [7].

Для ефективної фіксації та, якщо можна, корекції вальгусної деформації необхідно, щоб зовнішня верхня (латеральна) частина гільзи стегна була вища за внутрішню, а гільза гомілки мала суцільну зовнішню стінку (рис. 3.69, д, е). Для ефективної корекції варусної деформації рекомендується внутрішню (медіальну) частину гільзи стегна виготовляти, якщо можна, вище за зовнішню, гільза гомілки у своїй конструкції повинна мати суцільну внутрішню стінку (рис. 3.69, в, г).

Для забезпечення пацієнтів IV типу (див. рис. 3.67) ортезами на колінний і гомілковостопний суглоби-стопу також, як і для пацієнтів III типу, враховується ступінь ураження м'язів та наявність деформацій нижньої кінцівки. Конструкції індивідуальних ортезів і принципи біомеханічного впливу на нижню кінцівку аналогічні конструкціям, що призначаються пацієнтам III типу. Відмінністю є комплектувальні елементи, зокрема колінні шарніри, що пропонуються для використання в цьому ортопедичному виробі на підставі наявної сили м'язів згиначів і розгиначів стегна 3 бали за шкалою Янда. В ортезі рекомендується застосовувати колінні шарніри з електронним керуванням, функція яких дозволяє наблизити ходьбу до фізіологічно правильної, тобто забезпечити замикання у фазу опори та вільний рух у фазу

переносу. Крім того, варто звернути увагу на таке: перед тим, як стопу необхідно відірвати від опори, колінні шарніри мають бути замкнені. Цього можна досягти за умови обмеження підшовного згинання в гомілковостопних шарнірах двобічної дії, які рекомендуються для використання.

Для забезпечення пацієнтів V типу (див. рис. 3.68) ортезами на колінний і гомілковостопний суглоби-стопу також, як і для пацієнтів III і IV типів, враховується ступінь ураження м'язів та наявність деформацій нижньої кінцівки. Конструкції індивідуальних ортезів і принципи біомеханічного впливу на нижню кінцівку аналогічні конструкціям, що призначаються пацієнтам III і IV типів. Основною різницею є застосування колінних шарнірів вільного руху, які пропонуються для використання в цьому ортопедичному виробі на підставі наявної сили м'язів згиначів і розгиначів стегна 4–5 балів та розгиначів коліна 3 бали за шкалою Янда. Використання колінних шарнірів вільного руху дозволить наблизити ходьбу до фізіологічно правильної [7].

Альтернативні варіанти конструкцій ортезів на нижні кінцівки та їхніх компонентів (гільз стегна й гомілки) залежно від патології нижніх кінцівок. Альтернативні варіанти конструкцій ортезів на нижні кінцівки (KAFO)

Альтернативні варіанти конструкцій ортезів на колінний і гомілковостопний суглоби-стопу залежно від патології нижньої кінцівки зображені на рис. 3.70.

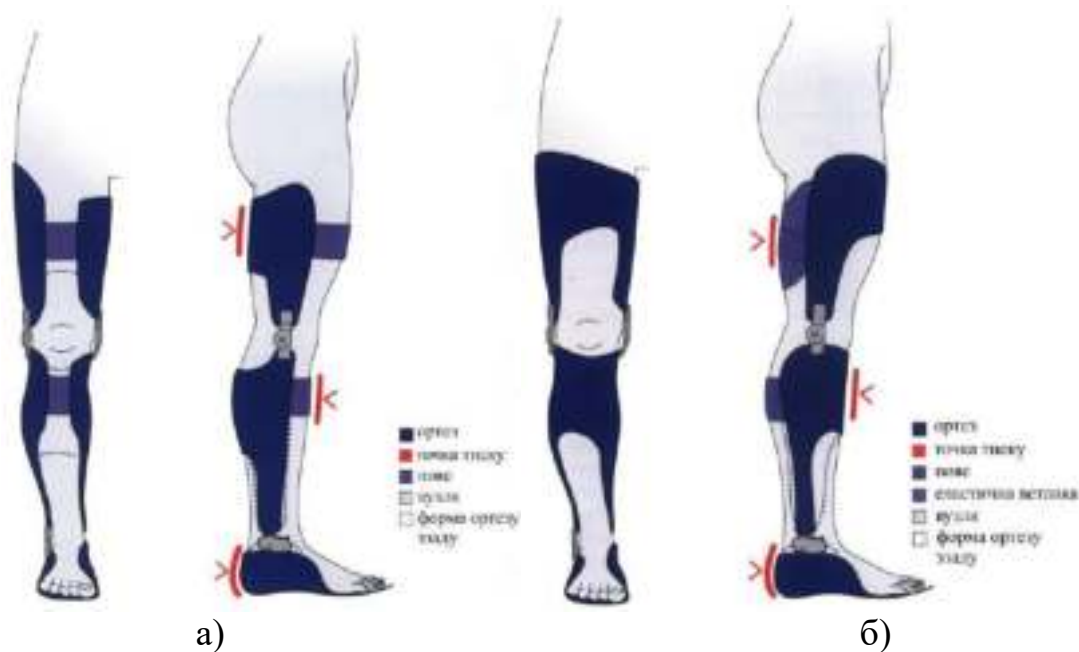


Рисунок 3.70 – Альтернативні варіанти конструкцій ортезів на колінний і гомілковостопний суглоби-стопу залежно від патології нижньої кінцівки:
 а – ортез на колінний і гомілковостопний суглоби-стопу, відкритий спереду;
 б – ортез на колінний і гомілковостопний суглоби-стопу, відкритий ззаду

Ортез на колінний і гомілковостопний суглоби-стопу з гільзами стегна й гомілки, що відкриті спереду, зображено на рис. 3.70, а. Ця конструкція ортеза є найпоширенішою. Нині вона застосовується для виготовлення шино-шкіряних ортезів і ортезів із термопластів. Недоліком таких ортезів є те, що в них складно розподілити необхідні коригувальні сили в сагітальній площині, тому що розташовані попереду елементи кріплення на противагу жорстким пелотам гільз не можуть забезпечити достатні зусилля, що значно знижує функціональні можливості. Перевагою ортезів такої конструкції є їхнє легке надягання і фіксація на нижній кінцівці.

Ортез на колінний і гомілковостопний суглоби-стопу з гільзами стегна і гомілки, що відкриті ззаду, показано на рис. 3.70, б. Така конструкція ортеза призначається для пацієнтів, які потребують легкої підтримки у фронтальній і сагітальній площинах і завдяки збереженій силі м'язів можуть користуватися системою шарнірів, що контролюють фазу опори. Прикладом можна навести ортез *Free Walk*, який є механічною альтернативою системі з електронним керуванням *E-MAG Active*. На відміну від варіанта з електронним керуванням, для ортеза *Free Walk* потрібний стійкий, рухливий гомілковостопний вузол, що забезпечує подошовне згинання 10° і пов'язаний з колінним шарніром.

Перевагами цієї конструкції є такі: незначна вага, косметичність, гігієнічність. Ортез легко надягається і дає змогу пацієнтові почуватися комфортно в положенні сидячи.

Альтернативні варіанти конструкцій гільз стегна

Альтернативні варіанти конструкцій гільз стегна залежно від патології нижньої кінцівки зображені на рис. 3.71.

На рис. 3.71, а подана конструкція гільзи стегна, що охоплює сідничну кістку (без розвантаження). Ця конструкція гільзи стегна допомагає пацієнтам із недостатньою функцією м'язів стегна краще контролювати кінцівку у фазу опори під час ходьби та легше переносити вагу тіла на вражену кінцівку.

На рис. 3.71, б зображена конструкція гільзи стегна з опорою на тубер. Така конструкція переважно використовується для повного розвантаження кінцівки в розвантажувальних КАФО.

На рис. 3.71, в запропонована конструкція гільзи стегна з еластичною підтримкою тубера. Пацієнти з малими обсягами м'яких тканин відчують дискомфорт, коли вони «сидять» на твердій основі гільзи стегна з опорою на сідничний горб. Для розв'язання проблеми можна виготовити гільзу

з еластичною підтримкою сідничного горба, що в напрямку витяжіння буде стійкою, а під дією тиску від сідничної кістки – еластичною. Так забезпечується рівномірне, анатомічно правильне положення пацієнта на «сидінні» гільзи.

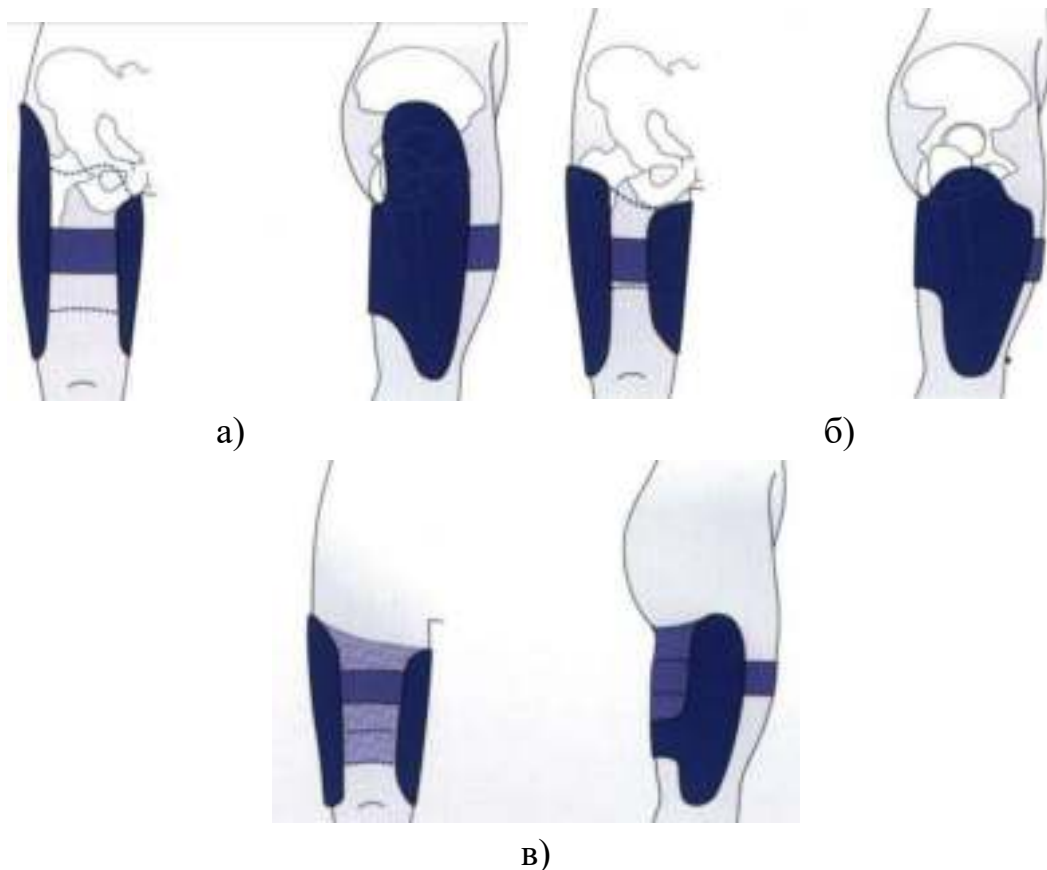


Рисунок 3.71 – Альтернативні варіанти конструкцій гільз стегна залежно від патології нижньої кінцівки:

- а – конструкція гільзи стегна, що охоплює сідничну кістку;
- б – конструкція гільзи стегна з опорою на сідничний горб;
- в – конструкція гільзи стегна з еластичною підтримкою сідничного горба

Альтернативні варіанти конструкцій гільз гомілки

На рис. 3.72 зображені конструкції гільз гомілки в разі анкілозу (нерухомості) гомілковостопного суглоба.

За відсутності рухів у гомілковостопному суглобі необхідно виготовляти гільзу гомілки без гомілковостопного шарніра (рис. 3.72, а). Гільза повинна мати таку конструкцію, щоб можна було правильно розмістити та орієнтувати стопу під час ходьби та, якщо можна, робити повний переكات. Якщо йдеться про незначне вкорочення кінцівки (до 3 см), то цього можна досягти шляхом адаптації форми підошви взуття, яке надівається на ортез. За умови вкорочення кінцівки понад 3 см, як правило, існує й укорочення стопи внаслідок певного позиціонування (підошовного згинання). Утрату руху в ділянці плесни,

що водночас виникає, необхідно компенсувати за рахунок штучного формування зони плесни на стопній частині гільзи гомілки. Залежно від мети забезпечення плеснова та п'яткова частини підошви гільзи можуть бути виготовлені з різних за міцністю матеріалів. Для згинання колінного суглоба необхідно виготовити жорстку п'ятку та м'який носок (рис. 3.72, б). За умови м'якої п'ятки, жорсткого носка та переднього пелота під коліном (гільза гомілки, яка відкрита ззаду) колінний суглоб прагне до замикання (рис. 3.72, в).

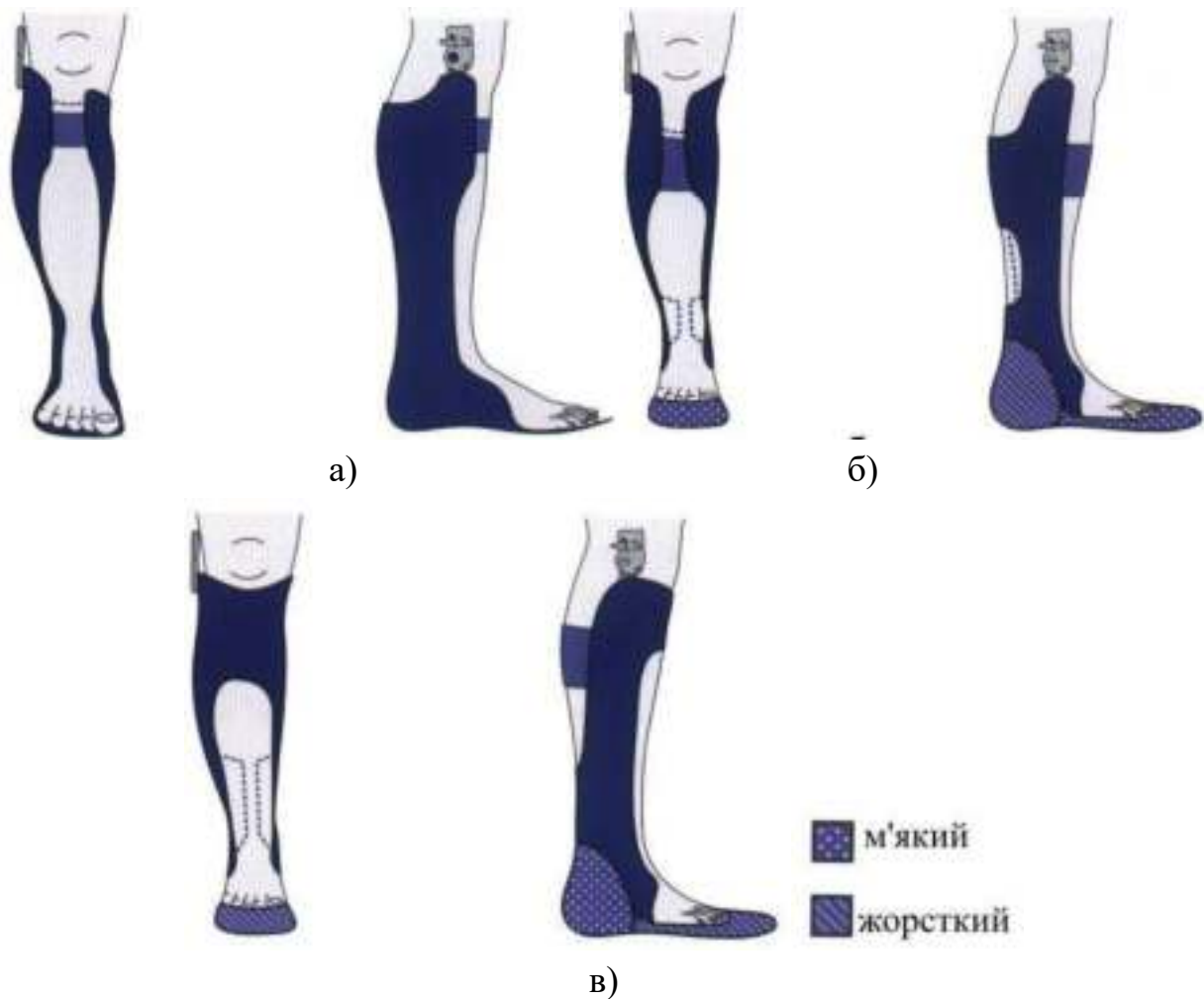


Рисунок 3.72 – Конструкції гільз гомілки в разі анкілозу гомілковостопного суглоба:

- а – конструкція гільзи гомілки в разі анкілозу гомілковостопного суглоба;
- б – конструкція гільзи гомілки з жорсткою п'яткою та м'яким носком;
- в – конструкція гільзи гомілки з м'якою п'яткою, жорстким носком і переднім пелотом під коліном

На рис. 3.73 зображені гільзи гомілки з динамічною комбінацією «гомілка-стопа». У гільзах такої конструкції енергія переноситься динамічно через перемичку (подібно пружині), виконану на основі вуглетканини

(далі в тексті «пружина з вуглепласту»), що з'єднує гільзи гомілки та стопи, яка здатна накопичувати й віддавати енергію. Ходьба для пацієнта стає більш гармонійною та ефективною. На рис. 3.73, а зображено варіант гільзи гомілки, що сприяє згинанню колінного суглоба – жорстка задня частина, м'яка передня. На рис. 3.73, б зображено конструкцію, що сприяє замиканню колінного суглоба у фазу опори – м'яка п'ята, жорстка передня частина, петлот під коліном (гільза гомілки, яка відкрита ззаду). Такі конструкції гільз гомілки виготовляються для пацієнтів з укороченням до 3 см і незначними деформаціями. На рис. 3.73, в зображено конструкцію гільзи гомілки з «пружиною з вуглепласту».

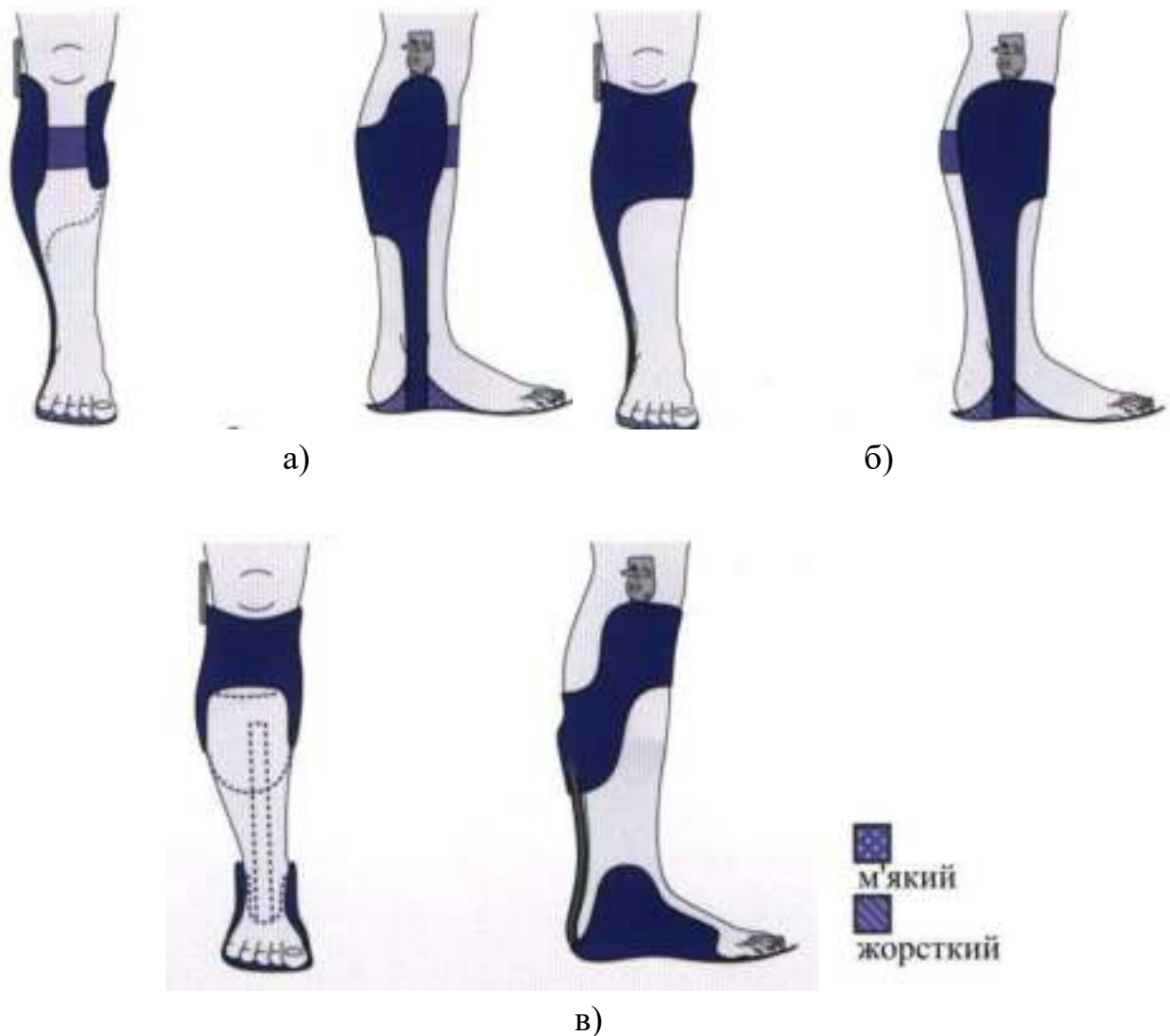


Рисунок 3.73 – Конструкції гільз гомілки з динамічною комбінацією «гомілка-стопа»: а – конструкція гільзи гомілки з жорсткою задньою частиною та м'якою передньою; б – конструкція гільзи гомілки з жорсткою передньою частиною та м'якою задньою; в – конструкція гільзи гомілки з «пружиною з вуглепласту»

На відміну від інших конструкцій гільз гомілки, гільзи з «пружиною з вуглепласту» можуть виготовлятися для пацієнтів з укороченням понад 3 см і значними деформаціями стоп. Порівняно з традиційними гомілковостопними шарнірами перевага такої «пружини з вуглепласту» пояснюється властивостями самого матеріалу. Накопичена у фазу опори в пружині енергія дозволяє пацієнтові здійснювати гармонійну, раціональну ходьбу з незначною витратою енергії. Обмеження руху в гомілковостопному суглобі (тильне або підошовне) встановлюється не механічним способом, а регулюється жорсткістю матеріалу пружини залежно від активності пацієнта.

На рис. 3.74 зображені комбінації «гомілка-стопа» і «гомілка-взуття» з металевими гомілковостопними шарнірами. Комбінація «гомілка-стопа» (рис. 3.74, а) має на сьогодні найбільш широке застосування для ортопедичного забезпечення. Особливо успішно в такій конструкції застосовуються гомілковостопні шарніри з подвійною функцією, що створює цілеспрямовану дію на колінний суглоб шляхом обмеження рухів у гомілковостопному суглобі. Завдяки можливості регулювання підошовного та тильного згинання можливо налагодити рухи відповідно до індивідуальних потреб пацієнта.



Рисунок 3.74 – Конструкції гільз у комбінації «гомілка-стопа» й «гомілка-взуття» з металевими гомілковостопними шарнірами: а – комбінація «гомілка-стопа»; б – комбінація «гомілка-взуття»

Комбінація «гомілка-взуття» (рис. 3.74, б) – це класична конструкція, що забезпечує з’єднання взуття з ортезом на колінний і гомілковостопний суглоби-стопу. Недолік цієї конструкції полягає в тому, що пацієнт не може користуватися взуттям, яке не оснащено системою кріплення до ортеза. У сучасному ортезуванні такі конструкції гільз гомілки використовуються

досить рідко. Вони призначаються в тому випадку, коли пацієнти (як правило, літні люди) протягом багатьох років звикли користуватися такими виробами й не хочуть змінювати конструкцію ортезів.

3.14 Ортези на тазостегновий суглоб (НрО)

Ортези на тазостегновий суглоб із корсетом та одним ортезом на нижню кінцівку

Ортези на тазостегновий суглоб для дітей призначаються в разі ізольованих проблем у вертлюжній ділянці, що можуть виникнути внаслідок:

- 1) диспластичних порушень;
- 2) травматичних пошкоджень;
- 3) хірургічного втручання (повне заміщення тазостегнового суглоба);
- 4) для розроблення контрактур тазостегнового суглоба.

Дорослим ортези на тазостегновий суглоб призначають найчастіше для захисту тазостегнового суглоба після повного його заміщення, особливо після повторних операцій на нестабільному тазостегновому суглобі. Узагалі, ті пристрої, що мають велику напівгільзу на тазостегновий суглоб (які тому технічно називаються попереково-крижовий ортез на тазостегновий суглоб), забезпечують найефективніший біомеханічний контроль [16; 41].

Ортези на тазостегновий суглоб із корсетом та одним ортезом на нижню кінцівку призначаються пацієнтам вагою до 100 кг.

Показаннями до призначення ортезів є:

– коксартрози II–III ступенів різної етіології (диспластичний, пост-травматичний, ревматоїдний, ідіопатичний тощо);

– хибний суглоб шийки стегнової кістки;

– незрості переломи шийки стегнової кістки;

– асептичний некроз голівки стегнової кістки;

– нестабільність тазостегнового суглоба після ендопротезування;

– наслідки переломів вертлюжної западини;

– стан після оперативних втручань на тазостегновому суглобі тощо.

Функції, які мають виконувати ортези на тазостегновий суглоб, залежно від захворювань тазостегнового суглоба наведені в табл. 3.6.

Зовнішній вигляд ортеза на тазостегновий суглоб із корсетом та одним ортезом на нижню кінцівку зображено на рис. 3.75.

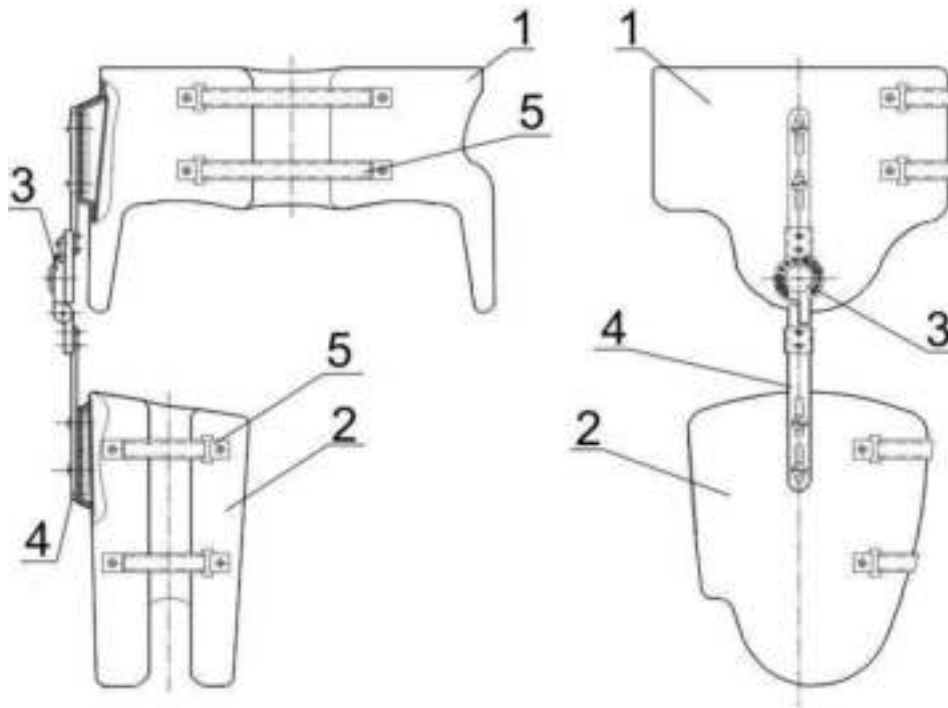


Рисунок 3.75 – Зовнішній вигляд ортеза на тазостегновий суглоб із корсетом та одним ортезом на нижню кінцівку

Ортез складається з корсета 1, гільзи стегна 2, виготовлених індивідуально з термопластичного матеріалу – поліетилену або поліпропілену – методом термоформування, з'єднаних між собою шарніром тазостегновим 3, шин із закладними елементами 4 та елементів кріплення до кінцівки та тулуба 5. Шарнір тазостегновий установлюється по зовнішньому боці ортеза й приєднується до шин із закладними елементами, що ламінуються та встановлюються з внутрішнього боку гільз стегна й корсета.

Особливістю конструкції ортеза є використання тазостегнових шарнірів (*патент на винахід України № 93338 «Тазостегновий шарнір»*), що дають змогу регулювати кути згинання-розгинання та приведення-відведення, та шин до них з подовжніми пазами, які регулюють місцеположення шарніра по висоті щодо гільз ортеза [60].

Залежно від медичних показань, тяжкості захворювання, ваги та віку пацієнта, ця конструкція ортеза передбачає декілька модифікацій, що найбільш повно відповідають кожному конкретному випадку.

Таблиця 3.6 – Функції, що мають виконувати ортези на тазостегновий суглоб

Захворювання тазостегнового суглоба	Функції ортеза
1	2
<p>– коксартроз II–III ступенів; – первинна тотальна артропластика; – профілактика після ендопротезування; – іммобілізація після резекції головки стегнової кістки; – реабілітація після корекційної остеотомії</p>	<p><i>Фронтальна площина:</i> – утримання, фіксація та центрування тазостегнового суглоба в правильному положенні з можливістю покрокового регулювання відведення. <i>Сагітальна площина:</i> – покрокове регулювання згинання / розгинання з метою унеможливлення рухів, що сприяють больовому синдрому; – вільний рух в інших суглобах кінцівки. <i>Горизонтальна площина:</i> – відносне обмеження ротаційних навантажень. <i>У всіх площинах:</i> – відносне розвантаження тазостегнового суглоба.</p>
<p>– «задній» вивих тазостегнового суглоба; – «задній» вивих ендопротеза стегна (надлишкове згинання, приведення, внутрішня ротація)</p>	<p><i>Фронтальна площина:</i> – утримання та фіксація тазостегнового суглоба в положенні відведення 10°–20°. <i>Сагітальна площина:</i> – обмеження згинання тазостегнового суглоба від 0° до 60°; – повне обмеження розгинання; – вільний рух в інших суглобах.</p>
<p>– «передній» вивих тазостегнового суглоба; – «передній» вивих ендопротеза стегна (зовнішня ротація стегна під час розгинання)</p>	<p><i>Горизонтальна площина:</i> – відносне обмеження ротаційного навантаження. <i>Фронтальна площина:</i> – утримання та фіксація тазостегнового суглоба в положенні відведення 10°–20°. <i>Сагітальна площина:</i> – згинання 0°–90°; – розгинання до 30°; – обмеження ротації.</p>

Кінець таблиці 3.6

<u>1</u>	<u>2</u>
<ul style="list-style-type: none"> – віддалені наслідки переломів та операцій у ділянці кісток таза та тазостегнового суглоба легкого ступеня; – коксартроз II–III ступеня; – асептичний некроз головки стегнової кістки; – нестійкість ендопротезів; – «хибний» суглоб шийки стегна; – параліч стегнових м'язів; – наслідки кокситу; – мимовільне відведення тазостегнового суглоба, що є наслідком м'язової дистрофії 	<p><i>Фронтальна площина:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> – утримання та фіксація тазостегнового суглоба у фізіологічно правильному положенні без відведення чи з відносним динамічним відведенням під час положення сидячи; – обмеження мимовільного відведення в тазостегнових суглобах під час ходьби. <p><i>Сагітальна площина:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> – обмеження розгинання тазостегнового суглоба; – регульоване згинання тазостегнового суглоба в діапазоні 0°–90°; – фіксація тазостегнового суглоба у фазу опори. <p><i>Горизонтальна площина:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> – відносне обмеження ротаційних навантажень. <p><i>У всіх площинах:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> – відносне розвантаження тазостегнового суглоба.

Наведемо основні технологічні операції виготовлення ортеза:

- огляд хворого, визначення показань до призначення ортеза;
- розмічення та зняття мірок з нижньої кінцівки пацієнта;
- розмічення та зняття мірок з тулуба пацієнта;
- виготовлення гіпсового негатива стегна;
- виготовлення гіпсового негатива тулуба;
- виготовлення гіпсової моделі стегна;
- виготовлення гіпсової моделі тулуба;
- підганяння тазостегнового шарніра;
- виготовлення гільз стегна та тулуба з термопластичного матеріалу;
- виготовлення елементів кріплення;
- попереднє складання та примірювання ортеза;
- остаточне складання ортеза, примірювання та видача його пацієнтові.

На рис. 3.76 і 3.77 наведено ілюстрації застосування ортеза.



Рисунок 3.76 – Пацієнт у правому ортезі на тазостегновий суглоб із корсетом та одним ортезом на нижню кінцівку



Рисунок 3.77 – Пацієнтка УкрНДІпротезування в лівому ортезі на тазостегновий суглоб із корсетом та одним ортезом на нижню кінцівку

Ортези на тазостегновий суглоб із корсетом та двома ортезами на нижні кінцівки

Ортези на тазостегновий суглоб із корсетом та двома ортезами на нижні кінцівки є модифікацією ортезів на тазостегновий суглоб із корсетом та одним

ортезом на нижню кінцівку й мають такі самі показання щодо призначення, виконувани функції, особливості, технологічні етапи виготовлення тільки в разі двобічного захворювання тазостегнових суглобів, тому немає необхідності розглядати їх докладно.

Розглянемо як приклад ортези на тазостегновий суглоб із корсетом та двома ортезами на нижні кінцівки для дітей.

Ортез призначається дітям вагою до 30 кг та до 60 кг для фіксації ушкоджених сегментів нижніх кінцівок у функціонально вигідному положенні в разі захворювань та порушень функцій тазостегнових суглобів легкого та середнього ступеня, таких як:

- асептичний некроз головок стегнових кісток;
- наслідки переломів вертлюжної западини;
- вивихи та підвивихи в обох тазостегнових суглобах;
- згинальні, розгинальні, привідні, відвідні, ротаційні установки і контрактури та їхні комбінації в тазостегнових суглобах.

Зовнішній вигляд ортеза на тазостегновий суглоб із корсетом та двома ортезами на нижні кінцівки для дітей наведено на рис. 3.78 [16; 41].

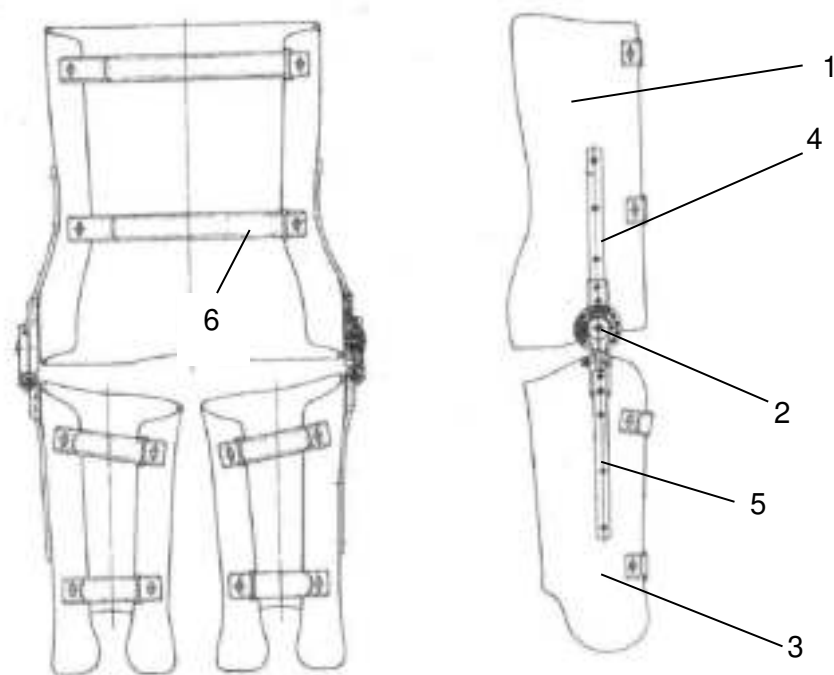


Рисунок 3.78 – Зовнішній вигляд ортеза на тазостегновий суглоб та двома ортезами на нижні кінцівки

(для розроблення контрактур тазостегнових суглобів):

1 – гільза корсета; 2 – шарнір тазостегновий; 3 – гільза стегна;

4 – шина системна стегна (верхня ланка);

5 – шина системна стегна (нижня ланка); 6 – елементи кріплення

Ортези на тазостегновий і колінний суглоби з корсетом та одним ортезом на нижню кінцівку

Ортези на тазостегновий і колінний суглоби з корсетом та одним ортезом на нижню кінцівку призначаються пацієнтам вагою до 100 кг.

Показаннями до призначення ортезів є:

- коксартроз II–III ступенів;
- порушення функцій тазостегнового суглоба (деформація, розхитаність);
- вроджені та травматичні вивихи;
- захворювання тазостегнового суглоба в згаслій або затихлій стадії;
- захворювання тазостегнового суглоба в сполученні із захворюваннями колінного суглоба (гонартроз, нестабільність тощо);
- «хибний» суглоб шийки стегна.

Ортез має виконувати такі функції у всіх трьох площинах.

Фронтальна площина:

- утримання та фіксація тазостегнового суглоба у фізіологічно правильному положенні з можливістю регулювання відведення / приведення;
- фіксація колінного суглоба.

Сагітальна площина:

- покрокове або плавне регулювання згинання / розгинання тазостегнового суглоба з метою унеможливлення больових рухів у тазостегновому суглобі;
- згинання / розгинання колінного суглоба;
- обмеження рухів у тазостегновому суглобі.

Горизонтальна площина:

- обмеження ротаційних навантажень.

У всіх площинах:

- відносне розвантаження тазостегнового та колінного суглобів.

Зовнішній вигляд ортеза на тазостегновий і колінний суглоби з корсетом та одним ортезом на нижню кінцівку наведено на рис. 3.79.

Особливостями конструкції ортеза є:

- застосування в конструкції індивідуальної гільзи корсета спеціальної форми, що відповідає завданням ортезотерапії;
- використання в ортезі системних тазостегнових шарнірів підвищеної надійності з різними функціональними можливостями;
- регулювання місцеположення тазостегнового шарніра по висоті щодо гільз ортеза.

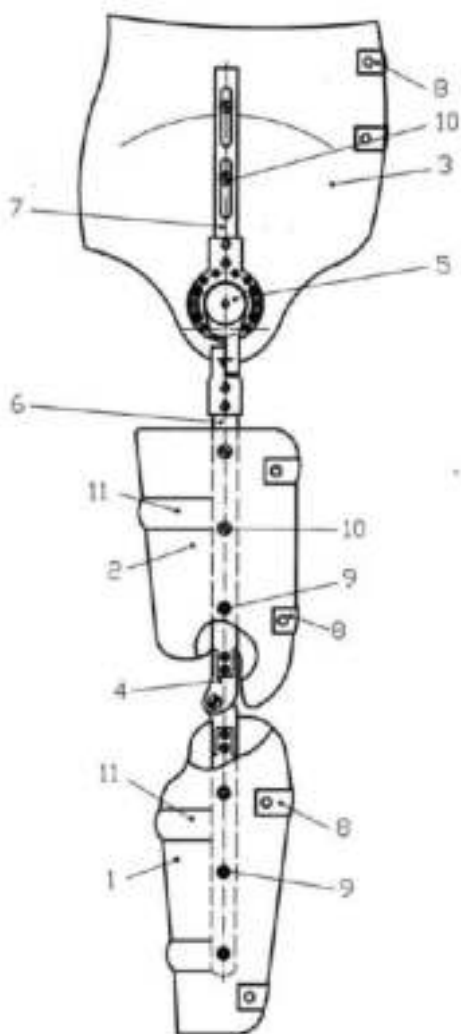


Рисунок 3.79 – Зовнішній вигляд ортеза на тазостегновий і колінний суглоби з корсетом та одним ортезом на нижню кінцівку: 1 – гільза гомілки; 2 – гільза стегна; 3 – гільза тулуба; 4 – шини шарнірні колінні; 5 – шарнір тазостегновий; 6 – нижня шина шарніра тазостегнового; 7 – верхня шина шарніра тазостегнового; 8 – елементи кріплення; 9 – гвинти для кріплення шин шарнірних колінних; 10 – гвинти для кріплення шин шарніра тазостегнового; 11 – ребра жорсткості

Конструкція ортеза на тазостегновий і колінний суглоби з корсетом та одним ортезом на нижню кінцівку, розроблена в УкрНДПротезування, має декілька модифікацій:

– ортез на тазостегновий і колінний суглоби, що складається з корсета та ортеза на колінний суглоб, з'єднаних між собою системним тазостегновим шарніром з регульованим згинанням / розгинанням та відведенням / приведенням. Крім того, завдяки оригінальній конструкції корсетної та стегнової шин тазостегнового шарніра він може легко підганятися безпосередньо для пацієнта. Для кращого утримання корсета на людині в складі конструкції застосовується регульований плечовий ремінь;

– ортез на тазостегновий і колінний суглоби із системним беззамковим тазостегновим шарніром із переміщенням центра обертання шарніра вперед на 12 мм, згинанням в діапазоні від 0° до 90°, повним обмеженням розгинання та відведення;

– ортез на тазостегновий і колінний суглоби з корсетом та двома ортезами на нижні кінцівки(у разі двобічного захворювання тазостегнових і колінних суглобів).

У складі конструкції ортезів на тазостегновий і колінний суглоби можуть застосовуватись такі ортези на колінний суглоб, виготовлені за індивідуальними гіпсовими моделями:

– ортез на колінний суглоб з одnobічним розташуванням металевого беззамкового колінного шарніра (двохосьового, системного одноосьового з переміщенням назад або без переміщення тощо) та регульованою нееластичною тянкою;

– ортез на колінний суглоб із двома металевими беззамковими шарнірами;

– полегшений ортез на колінний суглоб із колінними шарнірами з термопластичних матеріалів або препрегів;

– ортез на колінний суглоб із замковими колінними шарнірами.

Основні технологічні операції виготовлення ортеза:

– огляд хворого, визначення показань до призначення ортеза;

– зняття мірок із нижньої кінцівки пацієнта;

– виготовлення гіпсового негатива нижньої кінцівки;

– виготовлення гіпсової моделі нижньої кінцівки;

– підганяння шин шарнірних колінних та ланок тазостегнового шарніра;

– виготовлення гільз стегна, гомілки та тулуба з термопластичного матеріалу;

– виготовлення елементів кріплення;

– попереднє складання та примірювання ортеза;

– остаточне складання ортеза, примірювання та видача його пацієнтові.

На рис. 3.80 і 3.81 наведено ілюстрації застосування ортеза в УкрНДІпротезування.



Рисунок 3.80 – Пацієнт УкрНДІ протезування в лівому ортезі на тазостегновий і колінний суглоби з корсетом та одним ортезом на нижню кінцівку (зверніть увагу: для унеможливлення «сповзання» ортеза з тулуба й нижньої кінцівки пацієнт використовує наплічний ремінь)



Рисунок 3.81 – Пацієнт УкрНДІ протезування в правому ортезі на тазостегновий і колінний суглоби з корсетом та одним ортезом на нижню кінцівку

Ортези на тазостегновий і колінний суглоби з корсетом та двома ортезами на нижні кінцівки

Ортези на тазостегновий і колінний суглоби з корсетом та двома ортезами на нижні кінцівки є модифікацією ортезів на тазостегновий і колінний суглоби з корсетом та одним ортезом на нижню кінцівку й мають такі самі показання щодо призначення, виконувани функції, особливості, технологічні етапи виготовлення, тільки в разі двобічного враження нижніх кінцівок, тому немає необхідності розглядати їх докладно.

На рис. 3.82 наведено приклад застосування ортеза.



Рисунок 3.82 – Дитина в ортезі на тазостегновий суглоб із корсетом та двома ортезами на нижні кінцівки (зверніть увагу на внутрішній бічний розріз гільз голені. Така конструкція гільз виготовлена для більш ефективної корекції вальгусної деформації колінних суглобів)

Ортези на тазостегновий, колінний і гомілковостопний суглоби-стопу з поясом та двома ортезами на нижні кінцівки

Ортез на тазостегновий, колінний і гомілковостопний суглоби-стопу шарнірний (фіксувально-корегувальний) із поясом та двома ортезами на колінний і гомілковостопний суглоби-стопу призначається пацієнтам вагою до 125 кг у разі паралічу або парезу м'язів нижніх кінцівок, таза і тулуба внаслідок поліомієліту, рахіту, захворювань хребта та спинного мозку, після пластичних операцій м'язів у ділянці колінного суглоба, підвивиху чи вивиху стегна тощо для розвантаження й фіксації правильного положення

вражених ділянок кінцівки й тулуба, а також після усунення різних деформацій нижніх кінцівок.

Ортези мають виконувати такі функції:

- забезпечити надійну іммобілізацію досягнутого положення сегментів кінцівок у функціональному положенні;

- забезпечити фіксацію пошкоджених сегментів нижніх кінцівок протягом необхідного часу в максимально вигідному безболісному фізіологічному положенні;

- забезпечувати профілактику деформацій та унеможливити її рецидив шляхом утримання кінцівки у визначеному для кожного випадку положенні;

- забезпечувати збереження рухомості в суміжних суглобах нижньої кінцівки, а на завершальних етапах лікування і в травмованих суглобах, надаючи рухам необхідний напрямок і амплітуду в різних, можливих для цього суглоба, площинах;

- підтримувати трофіку паралізованих м'язів та зберігати активну м'язову тканину;

- оберігати паралізовані м'язи від перерозтягнення та запобігати розвитку контрактур у суглобах;

- сприяти регенерації нервових аксонів та відновленню нервово-м'язового проведення.

Особливістю конструкції ортеза є:

- форма гільз стопи, яка виконана з рухом у плесно-фаланговому суглобі, що сприяє кращому перекату під час ходьби та дає змогу використовувати звичайне взуття;

- застосування тазостегнових шарнірів із можливістю відведення нижніх кінцівок на кут до 10° ;

- застосування в колінних шинах конструкції падаючого замка, який у піднятому положенні фіксується за допомогою підпружиненої кульки, що дозволяє використовувати шини як беззамкові;

- застосування в колінних шинах шарнірів із переміщенням осі обертання назад на 16 мм, що дає змогу на певному етапі користування ортезом за медичними показаннями зняти падаючі замки, водночас підкосостійкість ортеза залишається досить високою.

Зовнішній вигляд ортеза, розробленого в УкрНДПротезування, зображено на рис. 3.83.

Ортез складається з двох ортезів на колінний і гомілковостопний суглоби-стопу з індивідуальними гільзами стегна 1, 2; гомілки 3, 4; стопи 5, 6,

виготовлених з термопластичного матеріалу – поліетилену або поліпропілену – методом термоформування та елементів кріплення 7.

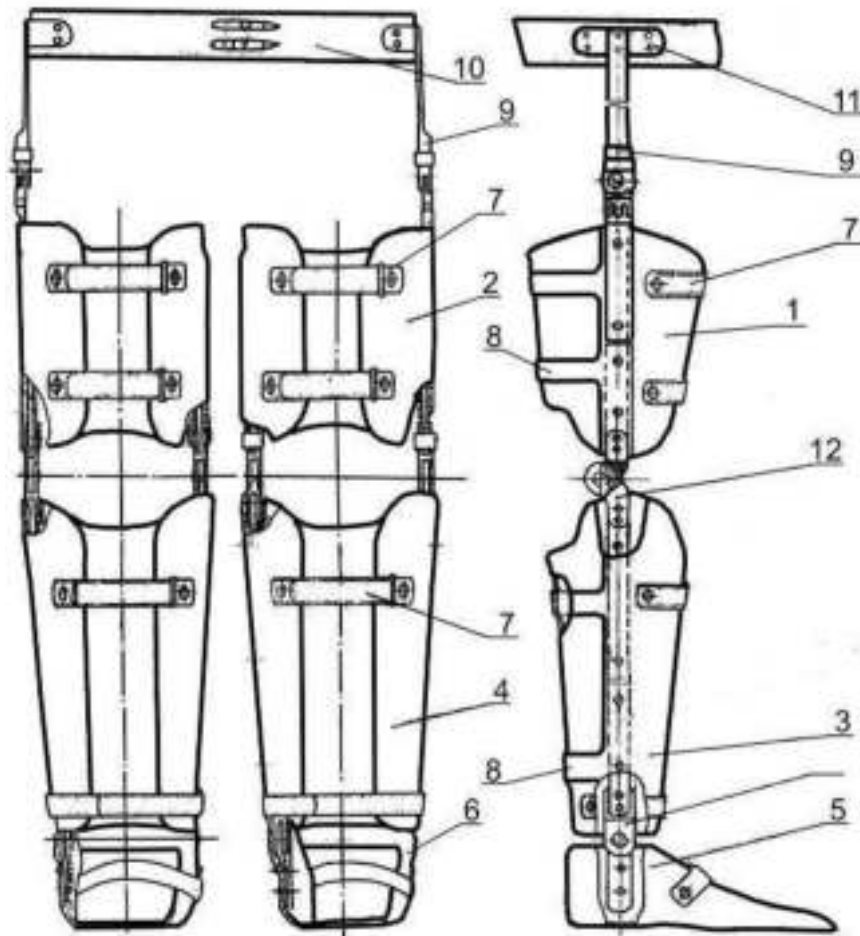


Рисунок 3.83 – Зовнішній вигляд ортеза на тазостегновий, колінний і гомілковостопний суглоби-стопу з поясом та двома ортезами на колінний і гомілковостопний суглоби-стопу

Для збільшення міцності ортезів по задніх поверхнях гільз стегна 1, 2 і гомілки 3, 4 виконані по два ребра жорсткості 8. Гільза стегна 1 та гомілки 2 з'єднані ланками колінних шин 12. Гільза стегна 1 та гомілки 2 з'єднані ланками гомілковостопних шарнірів 13. До верхніх ланок зовнішніх колінних шин 12 приєднані тазостегнові шарніри 9, до верхніх ланок яких приєднані металеві пластини 11, які кріпляться до пояса 10.

Основні технологічні операції виготовлення ортеза:

- розмічення та зняття мірок із нижніх кінцівок;
- виготовлення гіпсових негативів нижніх кінцівок;
- виготовлення гіпсових моделей нижніх кінцівок;
- розмічення на гіпсових моделях нижніх кінцівок базових ліній схеми побудови ортеза та уточнення розташування центрів механічних колінних та гомілковостопних шарнірів за допомогою лазерного рівня;

- устанавлення на гіпсові моделі пластин для співвісності та паралельності колінних і гомілковостопних шарнірів;
- підганяння ланок колінних, гомілковостопних і тазостегнових шарнірів на гіпсових моделях нижніх кінцівок;
- виготовлення імітаторів ребер жорсткості для гільз стегна та гомілки;
- виготовлення індивідуальних гільз нижніх кінцівок методом вакуумного термоформування;
- розмічення, обрізання та оброблення гільз нижніх кінцівок;
- попереднє складання ортезів;
- розмічення, виготовлення та встановлення елементів кріплення на гільзи стегна, гомілки та стопи;
- попереднє примірювання ортезів;
- приєднання ланок тазостегнових шарнірів до пояса та ортезів;
- підганяння та остаточне складання ортеза;
- примірювання та видача ортеза.

Особливістю технології виготовлення цих ортезів є розмічення схеми побудови ортезів одночасно двох гіпсових позитивів нижніх кінцівок на спеціальному пристосуванні за допомогою лазерного рівня для правильного виготовлення ортеза в сагітальній площині.

На рис. 3.84 наведено приклад застосування ортеза.



Рисунок 3.84 – Пацієнтка УкрНДПротезування в ортезі на тазостегновий, колінний і гомілковостопний суглоби-стопу з поясом та двома ортезами на нижні кінцівки (у колінних шарнірах застосовані «швейцарські» замки з тянками для одночасного закривання двох замків)

Ортези на тазостегновий, колінний і гомілковостопний суглоби-стопу з поясом та одним ортезом на нижню кінцівку

Ортези на тазостегновий, колінний і гомілковостопний суглоби-стопу з поясом та одним ортезом на колінний і гомілковостопний суглоби-стопу є модифікацією ортезів на тазостегновий, колінний і гомілковостопний суглоби-стопу з поясом та двома ортезами на колінний і гомілковостопний суглоби і мають такі самі показання щодо призначення, виконувані функції, особливості, технологічні етапи виготовлення тільки в разі одностороннього враження нижньої кінцівки, тому немає необхідності розглядати їх докладно.

Зовнішній вигляд ортеза, розробленого в УкрНДІпротезування, зображений на рис. 3.85.

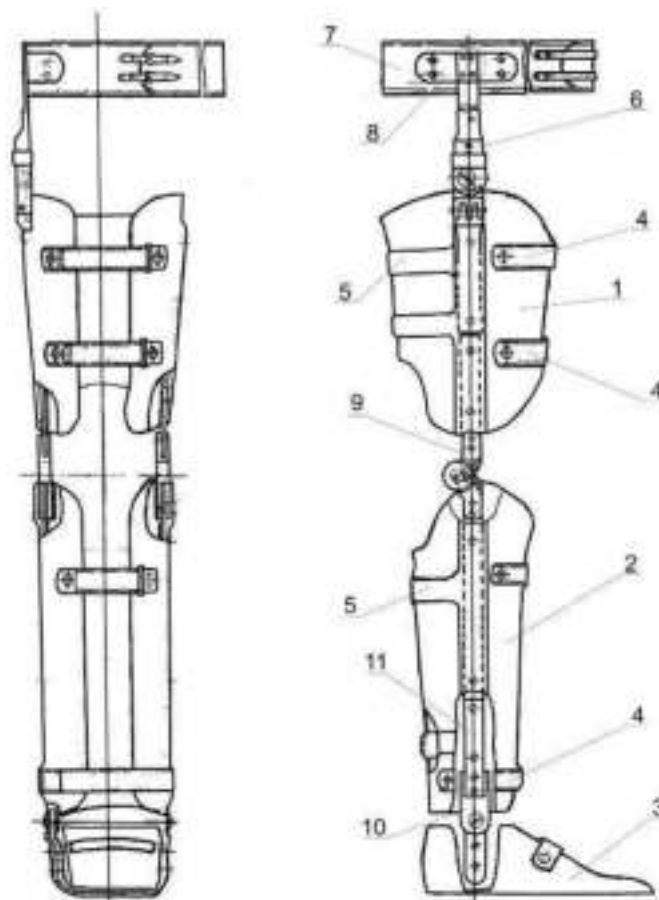


Рисунок 3.85 – Зовнішній вигляд ортеза на тазостегновий, колінний і гомілковостопний суглоби-стопу з поясом та одним ортезом на колінний і гомілковостопний суглоби-стопу

На рис. 3.86 наведено приклад застосування ортеза.



Рисунок 3.86 – Пацієнт УкрНДІпротезування в правому розвантажувальному ортезі на колінний і гомілковостопний суглоби-стопу з поясом та одним ортезом на нижню кінцівку

Ортези на тазостегновий, колінний і гомілковостопний суглоби-стопу з корсетом та одним ортезом на нижню кінцівку

Модифікацією ортезів на тазостегновий, колінний і гомілковостопний суглоби-стопу з поясом та одним ортезом на колінний і гомілковостопний суглоби-стопу є ортези на тазостегновий, колінний і гомілковостопний суглоби-стопу з корсетом та одним ортезом на нижню кінцівку. Наявність у конструкції ортеза жорсткого корсета передбачає, що він, на відміну від ортеза з поясом, призначений для консервативного лікування більш важких форм захворювань.

З огляду на сказане, ортези призначаються хворим (здебільшого дорослим) вагою від 30 кг до 120 кг у разі таких захворювань:

- розхитаність тазостегнового суглоба важкого ступеня в сполученні з паралічем м'язів нижньої кінцівки та враженням м'язів тазостегнового суглоба;
- вивих та підвивих тазостегнового суглоба важкого ступеня;
- переломи стегнової кістки в ділянці, прилеглий до ендпротезу стегна важкого ступеня в сполученні з деформаціями колінного суглоба;
- після реконструктивних операцій на тазостегновому суглобі;
- «хибний» суглоб у ділянці шийки стегна та стегнової кістки важкого ступеня;
- запальні захворювання тазостегнового суглоба в стадії згасання;

– захворювання тазостегнового суглоба (коксартроз III–IV ступенів) у сполученні із захворюваннями колінного (гонартроз III–IV ступенів) та гомілковостопного суглобів.

Ортези мають виконувати такі функції:

– забезпечувати надійну іммобілізацію досягнутого положення сегмента кінцівки у функціональному положенні;

– забезпечувати спокій кінцівки під час запального періоду захворювання, у разі гострої травми чи після оперативного лікування;

– забезпечувати профілактику деформацій та унеможливити її рецидив шляхом утримання кінцівки у визначеному для кожного випадку положенні;

– забезпечувати збереження рухомості в суміжних суглобах нижньої кінцівки, а на завершальних етапах лікування і в травмованих суглобах, надаючи рухам необхідних напрямку та амплітуди, в різних можливих для цього суглоба площинах;

– забезпечувати одночасне застосування інших необхідних методів лікування та реабілітації (гімнастика, масаж, фізіо-, лазеро-, бальнеотерапія тощо).

Особливістю конструкції ортеза є:

– застосування в конструкції жорсткого корсета в поєднанні з жорстким ортезом, які поєднані металевим тазостегновим шарніром, дозволяє застосовувати ортез для консервативного лікування важких захворювань (переломів) суглобів і кісток нижньої кінцівки;

– завдяки тому, що в конструкції ортеза можуть застосовуватися будь-які беззамкові або замкові шини шарнірні колінні, шарніри тазостегнові замкові або беззамкові, що відповідають медичним показанням, ортез можна застосовувати для консервативного лікування значно більшої кількості захворювань, ніж ортез з однією конструкцією колінних шин і тазостегнового шарніра.

Зовнішній вигляд ортеза, розробленого в УкрНДІ протезування, зображено на рис. 3.87.

Гільзи ортеза виготовлені з термопластичного матеріалу – поліетилену або поліпропілену – методом термоформування.

Основні технологічні операції виготовлення ортеза:

– огляд хворого, визначення показань до призначення ортеза;

– зняття мірок з нижньої кінцівки пацієнта;

– виготовлення гіпсового негатива нижньої кінцівки;

– зняття мірок з тулуба пацієнта;

– виготовлення гіпсового негатива тулуба;

- виготовлення гіпсового позитива нижньої кінцівки;
- виготовлення гіпсового позитива тулуба;
- підганяння шин шарнірних колінних та гомілковостопних;
- підганяння шарніра тазостегнового;
- виготовлення гільз стегна, гомілки, стопи та корсета з термопластичного матеріалу;
- виготовлення елементів кріплення;
- попереднє складання та примірювання ортеза;
- остаточне складання ортеза, примірювання та видача його пацієнтові [60].

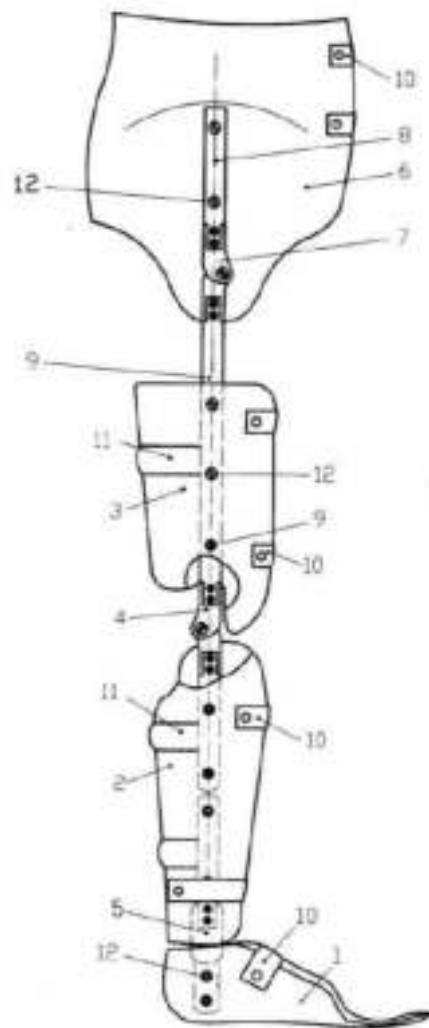


Рисунок 3.87 – Зовнішній вигляд ортеза на тазостегновий, колінний і гомілковостопний суглоби-стопу з корсетом та одним ортезом на нижню кінцівку: 1 – гільза стопи; 2 – гільза гомілки; 3 – гільза стегна; 4 – шини шарнірні колінні; 5 – шини шарнірні гомілковостопні; 6 – гільза тулуба; 7 – шарнір тазостегновий; 8 – верхня шина шарніра тазостегнового; 9 – нижня шина шарніра тазостегнового; 10 – елементи кріплення; 11 – ребра жорсткості; 12 – гвинти

3.15 Розвантажувальні ортези на тазостегновий, колінний і гомілковостопний суглоби-стопу (НКАФО) в разі хвороби Пертеса в дітей

Хвороба Пертеса (повна назва – хвороба Легга-Кальве-Пертеса) у дітей – захворювання стегнової кістки й тазостегнового суглоба, пов’язане з порушеннями кровопостачання головки стегнової кістки з подальшим некрозом (омертвінням) і відновлення кісткової структури. Етіологія цього враження неоднорідна й здебільшого залишається нез’ясованою. Стадійність захворювання, що лежить в основі його клінічного перебігу, обумовлює різні підходи до лікування в різні періоди. Одним із основних видів лікування є консервативне за допомогою ортезів нижніх кінцівок. Застосування ортезів створює сприятливі умови для плинного процесу в тазостегновому суглобі й дає змогу дитині в період лікування ходити [61].

На рис. 3.88 зображено відповідний розвантажувальний ортез на тазостегновий, колінний і гомілковостопний суглоби-стопу з напівкорсетом (патент на винахід України № 79359 «Ортез на всю ногу»). Ортез призначається для пацієнтів – дітей вагою до 60 кг – під час консервативного лікування хвороби Пертеса [62].

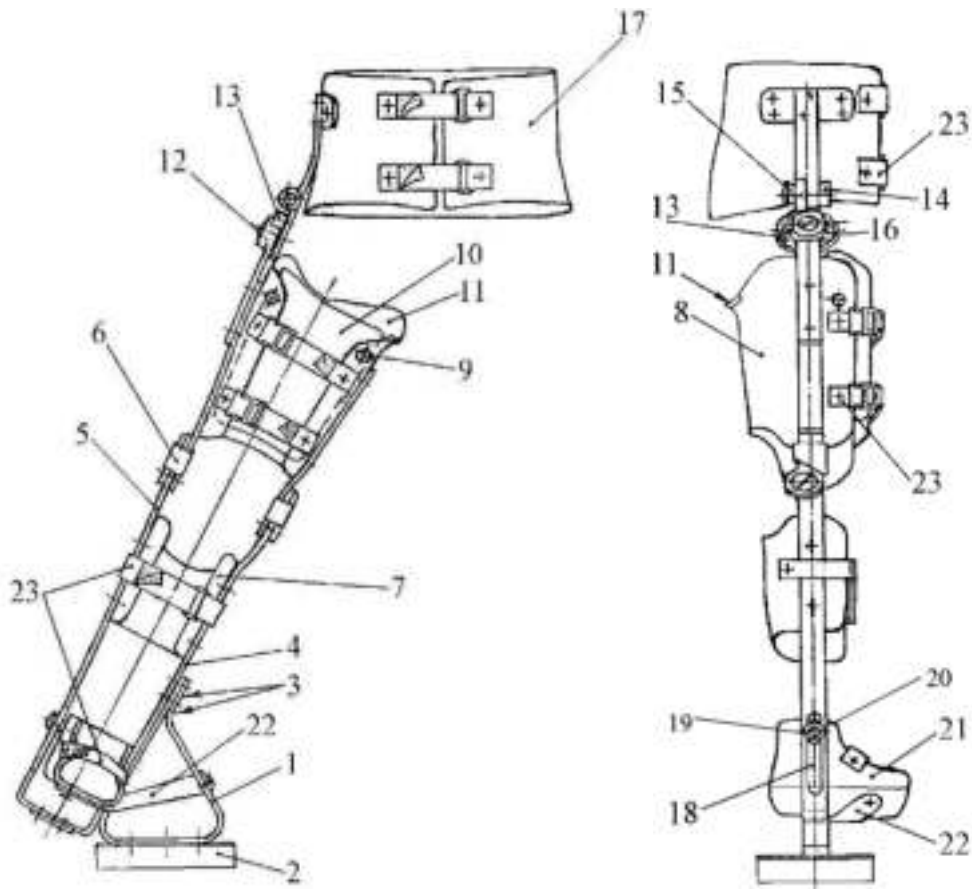


Рисунок 3.88 – Зовнішній вигляд відповідного розвантажувального ортеза на тазостегновий, колінний і гомілковостопний суглоби-стопу з напівкорсетом

Ортез має забезпечувати:

– розвантаження тазостегнового суглоба за рахунок перенесення навантаження на сідничний горб, напівкорсет та стремено під стопу для дозованого навантаження;

– відведення враженої нижньої кінцівки під кутом до 30°;

– внутрішню ротацію враженої нижньої кінцівки під кутом до 15°;

– самостійне пересування дитини;

– нормальний кровообіг ураженої нижньої кінцівки;

– вирівнювання довжини нижніх кінцівок;

– подовження ортеза залежно від зростання пацієнта.

Конструкція ортеза має такі особливості. Ортез містить опору 1 з підошвою 2. На зовнішній боковій поверхні опори 1 з рівними проміжками виконані отвори 3, в яких з можливістю регулювання по висоті закріплена внутрішня колінна шарнірна замкова шина 4. До шини 4 та зовнішньої колінної шарнірної замкової шини 5 з падаючими замками 6 жорстко приєднані гільза гомілки 7 та гільза стегна 8. До гільзи стегна 8, з можливістю знімання, за допомогою двох фіксаторів 9 приєднано клапан 10, а у верхній частині гільзи стегна 8 зроблена ділянка під сідничний горб 11 з пом'якшувальною накладкою з педилену. З верхньою частиною зовнішньої шини 5 жорстко пов'язаний тазостегновий двохосьовий шарнір 12 з ексцентричними упорами 13 та гайкою 14, яка сполучена з гвинтом 15. Ексцентричні упори 13 вставлені з можливістю переустановлення в отворах перехідної ланки 16 тазостегнового шарніра. До верхньої ланки тазостегнового шарніра 12 приєднаний півкорсет 17. Нижня частина зовнішньої шини 5 виконана з наскрізним пазом 18, до нього з можливістю переміщення встановлені гвинт 19 та різьбова втулка 20, до яких приєднана гільза стопи 21. Підошовна частина гільзи 21 за допомогою ротаційної пружної тянки 22 сполучена з опорою 1. Ортез фіксується на нижніх кінцівках та тулубі пацієнта за допомогою кріплень 23, виготовлених із стрічки *Velkro*.

Гільзи стопи 21, гомілки 7, стегна 8, а також клапан 9 на гільзу стегна і напівкорсет 17 виготовлені з термопластичного матеріалу – поліетилену або поліпропілену – методом вакуумного термоформування.

З метою спрощення конструкції ортеза у певних випадках допускається замість гільзи гомілки 7 і гільзи стопи 21 виготовляти цільну безшарнірну гільзу на гомілковостопний суглоб-стопу і не робити паз 18 у нижній частині шини 5.

Особливостями конструкції ортеза є:

- наявність спеціальної опори 1 і тазостегнового шарніра 12 дозволяє здійснювати відведення враженої нижньої кінцівки;
- конструкція тазостегнового шарніра (*патент на винахід України № 77074 «Тазостегновий шарнір»*) 12 і наявність пружної тянки 22 дає змогу здійснювати внутрішню ротацію враженої нижньої кінцівки [63];
- конструкція розвантажувального ортеза нижньої кінцівки та наявність напівкорсета допомагає надійно розвантажувати тазостегновий суглоб ураженої нижньої кінцівки.

Наведемо основні технологічні операції виготовлення ортеза:

- розмічення та зняття мірок із нижньої кінцівки;
- розмічення та зняття мірок із тулуба пацієнта;
- виготовлення гіпсового негатива нижньої кінцівки;
- виготовлення гіпсового негатива тулуба;
- виготовлення гіпсової моделі нижньої кінцівки;
- виготовлення гіпсової моделі тулуба;
- розмітка на гіпсовій моделі нижньої кінцівки базових ліній схеми побудови ортеза та уточнення розташування центрів механічних колінних шарнірів за допомогою лазерного рівня;
- установлення на гіпсову модель нижньої кінцівки пластин для співвісності та паралельності колінних шарнірів;
- підганяння шин по гіпсовій моделі нижньої кінцівки;
- виготовлення переднього клапана для гільзи стегна методом термоформування; установлення переднього клапана на гіпсову модель нижньої кінцівки;
- виготовлення гільз нижньої кінцівки методом вакуумного термоформування;
- виготовлення пом'якшувального пелота на ділянку під сідничний горб;
- виготовлення гільзи напівкорсета методом вакуумного термоформування;
- розмічення, обрізання, зняття гільз нижньої кінцівки та переднього клапана з гіпсової моделі, оброблення гільз і клапана;
- підганяння тазостегнового шарніра по гіпсовій моделі, обтягнутій термопластичним матеріалом; обрізання та оброблення гільзи напівкорсета;
- виготовлення елементів кріплення та встановлення їх на ортез нижньої кінцівки та напівкорсет;
- складання ортеза до примірювання; з'єднання шарнірних шин із гільзами ортеза нижньої кінцівки; приєднання опори до внутрішньої шини;

підганяння і приєднання переднього клапана до гільзи стегна; з'єднання напівкорсета з верхньою ланкою тазостегнового шарніра; з'єднання зовнішньої шини ортеза нижньої кінцівки з нижньою ланкою тазостегнового шарніра;

- попереднє примірювання та підганяння ортеза;
- виготовлення компенсуючої підошви під здорову кінцівку (якщо необхідно);
- остаточне складання ортеза;
- остаточне примірювання та видача ортеза.

На рис. 3.88–3.90 наведено приклади пацієнтів УкрНДПротезування у відповідних розвантажувальних ортезах.



Рисунок 3.88 – Дитина, пацієнт УкрНДПротезування, може самостійно ходити в ортезі без сторонньої допомоги



Рисунок 3.89 – Дитина, пацієнт УкрНДПротезування, під час користування ортезом (зверніть увагу на здорову ліву нижню кінцівку: на взутті пацієнтки виготовлено компенсуючу підошву для вирівнювання висоти двох ніг)



Рисунок 3.90 – Дитина, пацієнт УкрНДІпротезування, у відповідному ортезі з напівкорсетом упевнено самостійно ходить без сторонньої допомоги

3.16 Ортези на грудний, поперековий відділи хребта, тазостегновий, колінний і гомілковостопний суглоби-стопу (на дві нижні кінцівки з корсетом)

Ортез на грудний, поперековий відділи хребта, тазостегновий, колінний і гомілковостопний суглоби-стопу (на дві нижні кінцівки з корсетом), розроблений в УкрНДІпротезування, призначається пацієнтам вагою до 125 кг, у яких спинномозкові травми та тяжкі захворювання опорно-рухового апарату, коли необхідне забезпечення вертикального положення тулуба хворого та фіксація його кінцівок у колінних суглобах під час стояння та ходьби.

Ортези мають виконувати такі функції:

- забезпечувати вертикалізацію та самостійну ходьбу за допомогою ходунків, підлокітників або в брусах під наглядом інструктора-реабілітолога;
- забезпечувати управління нижніми кінцівками й тулубом під час ходьби;
- забезпечувати надійну фіксацію нижніх кінцівок і тулуба;
- забезпечувати опороздатність під час стояння та ходьби;
- забезпечувати відносно легке надягання та знімання ортезів у положенні пацієнта лежачи.

Також важливими функціями ортезів є:

- управління рухом;
- корекція деформацій;
- компенсація ослаблених м'язів.

Зовнішній вигляд ортеза зображений на рис. 3.91.

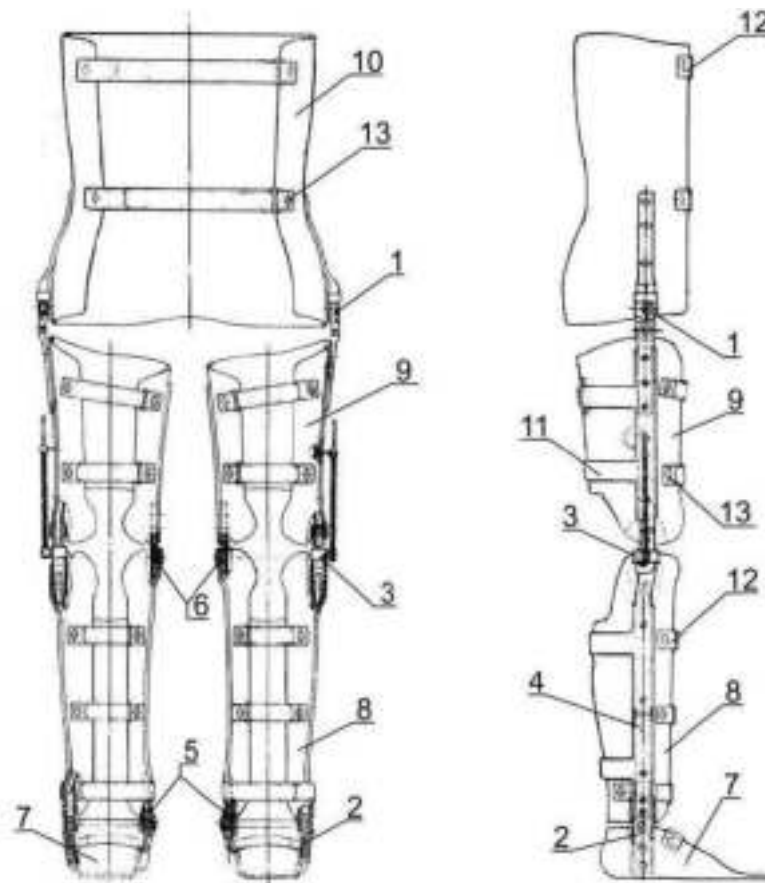


Рисунок 3.91 – Зовнішній вигляд ортеза на грудний, поперековий відділи хребта, тазостегновий, колінний і гомілковостопний суглоби-стопу

Ортез має корсет 10, який за допомогою ланок двох тазостегнових шарнірів 1 з'єднаний з ортезами на колінний і гомілковостопний суглоби-стопу лівої та правої нижніх кінцівок, кожний з яких містить два зовнішніх системних гомілковостопних шарніри без обмеження згинання 2; дві зовнішні колінні замкові шини 3; дві зовнішні шини системні 4 до гомілковостопних шарнірів 2; два внутрішніх гомілковостопних шарніри з матеріалу «препрег» 5, два внутрішніх колінних шарніри з матеріалу «препрег» 6. До шин та шарнірів 1, 2, 3, 4, 5, 6 приєднані індивідуальні гільзи стоп 7, гомілок 8, стегон 9 та корсета 10, які виготовляються із термопластичного матеріалу методом вакуумного термоформування. На задніх поверхнях гільз гомілок 8 та стегон 9 виконані ребра жорсткості 11. Ортез фіксується на нижніх кінцівках та тулубі пацієнта за допомогою елементів кріплення 12, що приєднуються до гільз ортеза за допомогою заклепок порожнистих «холнітен» 13.

Особливості конструкції ортеза:

– гільза корсета виконана з широким розрізом по передній поверхні, що дає змогу пацієнтові більш легко надіти її на тулуб;

– застосування в конструкції ортеза шарнірів тазостегнових замкових з можливістю відведення нижніх кінцівок під кутом до 10° та падаючим замком, що в піднятому положенні фіксується за допомогою підпружиненої кульки, дозволяє використовувати шарніри беззамкові, що важливо для тренування навичок ходьби;

– застосування із зовнішніх боків ортезів на нижні кінцівки металевих колінних шарнірів із підпружиненими падаючими замками, що відкриваються за допомогою механічних тяг, які дозволяють легко піднімати й опускати замки для прийняття положень сидячи та стоячи;

– застосування металевих системних гомілковостопних шарнірів із підшипником, що забезпечують більш плавні рухи в гомілковостопному суглобі та збільшення терміну його експлуатації;

– з внутрішніх боків гільз ортезів на нижні кінцівки встановлені легкі шарніри колінні та гомілковостопні з матеріалу «препрег» (просоченої вуглетканини), що дозволяють значно знизити загальну вагу ортеза;

– установа шин усередині гільз ортезів нижніх кінцівок та виконання гільз гомілок і стегон із ребрами жорсткості робить ортези більш жорсткими та косметичними.

Основні технологічні операції виготовлення ортеза:

– огляд хворого, визначення показань щодо призначення ортеза;

– розмічення, зняття мірок із нижніх кінцівок та тулуба;

– виготовлення гіпсових негативів нижніх кінцівок та тулуба;

– виготовлення гіпсових моделей нижніх кінцівок та тулуба;

– розмічення на моделях нижніх кінцівок базових ліній схеми побудови ортеза та уточнення розташування центрів механічних колінних та гомілковостопних шарнірів;

– підганяння шарнірних колінних та системних гомілковостопних шин по моделях нижніх кінцівок; установа шин на гіпсові моделі;

– установа шарнірів колінних та гомілковостопних з матеріалу «препрег» на моделі нижніх кінцівок;

– виготовлення гільз нижніх кінцівок та корсета методом вакуумного термоформування;

– розмічення, обрізання, виготовлення гільз стегон, гомілок, стоп та гільзи корсета;

– попереднє складання ортеза та розмічення центрів отворів для встановлення елементів кріплення;

- виготовлення елементів кріплення;
- встановлення елементів кріплення на гільзи ортеза;
- з'єднання корсета з верхніми ланками колінних шин (через гільзи стегон) ортезів нижніх кінцівок;
- попереднє примірювання ортеза;
- підганяння та остаточне складання ортеза;
- примірювання й видача ортеза пацієнтові.

Особливістю технології виготовлення цих ортезів є встановлення, поряд із металевими шарнірами, шарнірів колінних та гомілковостопних із матеріалу «препрег», що значно зменшує вагу ортеза та спрощує технологію його виготовлення [16; 70].

На рис. 3.92 наведено приклад застосування ортеза в УкрНДІпротезування.



Рисунок 3.92 – Пацієнт УкрНДІпротезування в ортезі на грудний, поперековий відділи хребта, тазостегновий, колінний і гомілковостопний суглоби (зверніть увагу: в ортези нижніх кінцівок не встановлені гомілковостопні шарніри, тому з метою отримання зручної для пацієнта схеми побудови ортеза (додаткового нахилу вперед), на підшви ортезів наклеєні носки)

3.17 Ортези на грудний, поперековий відділи хребта, тазостегновий, колінний і гомілковостопний суглоби-стопу, що забезпечують еквівалентну зворотно-поступальну ходьбу (RGO)

Захворюваність центральної та периферичної нервової системи, за даними ВООЗ (Всесвітньої організації охорони здоров'я), залишається високою і має тенденцію до збільшення, адже є однією з основних причин дитячої інвалідності. Клінічним проявом неврологічних захворювань є паралічі та парези, які супроводжуються дефіцитом м'язової сили, порушенням м'язового тону, що призводять до патологічних установок нижніх кінцівок, їхньої деформації та контрактур у суглобах. Неврологічні порушення стають причиною виникнення ортопедичних проблем, основними з яких є порушення опороспроможності та відсутність можливості пересування.

Відновлення або формування вертикальної пози та ходьби в дітей із важкими неврологічними захворюваннями та травмами спинного мозку є складною медико-соціальною проблемою. У консервативній медицині, поряд із медикаментозним і фізіофункціональним лікуванням, особливе значення має застосування ортезів на нижні кінцівки. Ортези стабілізують суглоби з недостатнім м'язовим керуванням; перешкоджають прогресуванню деформації (і в деяких випадках виправляють її); забезпечують навантаження нижніх кінцівок у фізіологічних і психологічних цілях і сприяють активізації мобільності більшості цих хворих. Крім того, ортези дозволяють нормалізувати становище рухових сегментів (кінцівок) дитини, проводити тренування рівноваги й навчання крокових рухів.

На думку багатьох зарубіжних фахівців у галузі ортезування нижніх кінцівок, мало які сфери ортезного забезпечення були цікавими протягом минулих двох десятиліть, і серед них – розроблення конструкцій ортезів, що забезпечують еквівалентну зворотно-поступальну ходьбу (RGO).

Загальні положення

RGO – це англійська аббревіатура, яка буквально перекладається: «ортез, що забезпечує еквівалентну (поперемінну або реципрокную) зворотно-поступальну ходьбу».

Ортез RGO (або RGO) є ортезною системою, що містить ортези нижніх кінцівок із корсетом, до якого кріпиться механізм для регулювання реципрокних (поперемінних) рухів нижніх кінцівок уперед / назад, аналогічно кроковим рухам. Замки в колінних та тазостегнових шарнірах створюють стійке положення стоячи. Для прийняття положення сидячи замки відкриваються.

Пасивна ходьба (тобто ходьба за допомогою RGO) ініціюється згинанням стегна однієї кінцівки, що за допомогою механізму викликає розгинання стегна другої, і навпаки. Отже, забезпечується пасивна ходьба пацієнта з реципрокним рухом ніг у сагітальній площині, наближена до фізіологічної. Ця ортезна система є необхідною ланкою у системі відновлення рухової активності пацієнтів із паралічами нижніх кінцівок для переходу від статичної вертикальної пози до ходьби. Крім того, RGO може використовуватись як вертикалізатор або тренажерний пристрій для навчання вироблення крокових рухів.

На рис. 3.93 наведені різні конструкції ортезів RGO.

На рис. 3.94 подані приклади механізмів, що забезпечують механічну еквівалентну ходьбу (або механізми еквівалентної ходьби) в ортезах RGO.

В Україні виробляються та експлуатуються ізометричні (одноосьові) і біоцентричні (двохосьові) дитячі та дорослі біоцентричні (двохосьові) механізми еквівалентної ходьби.

Ізометричні механізми виготовляються тільки цільними та використовуються в індивідуальних RGO дитячих і дорослих.

Біоцентричні механізми виготовляються як цільними – для індивідуальних RGO, так і розсувними – для типорозмірних RGO.

За методом виготовлення RGO поділяються на індивідуальні та типорозмірні.

Індивідуальні RGO виготовляються за індивідуальними гіпсовими моделями нижніх кінцівок і тулуба пацієнта.

Типорозмірні RGO або ортези максимальної готовності виготовляються за типорозмірними гіпсовими або дерев'яними моделями нижніх кінцівок і тулуба пацієнта, після обміру пацієнта.

Кожен із RGO має свої переваги та недоліки.

Переваги типорозмірних RGO:

– менша трудомісткість і час виготовлення, оскільки відсутні технологічні операції з виготовлення гіпсових негативів і гіпсових моделей нижніх кінцівок і тулуба пацієнта;

– більш просте та швидке складання та підганяння RGO, тому що відпадає необхідність досить складного згинання шин за індивідуальними гіпсовими моделями нижніх кінцівок, а за типорозмірними моделями практично немає необхідності згинати шини;

– більша жорсткість RGO, з огляду на використання цільних гільз на стегно-гомилку-стопу та застосування безшарнірних шин;

– триваліший час експлуатації RGO пацієнтом (для дітей), оскільки є змога підганяти корсет у фронтальній площині (по ширині) і змінювати висоту ортеза;

– виникає значно менше проблем із болювим тиском на кісткові виступи та потертостями нижніх кінцівок, бо в типорозмірному RGO пацієнт перебуває у взутті [64].

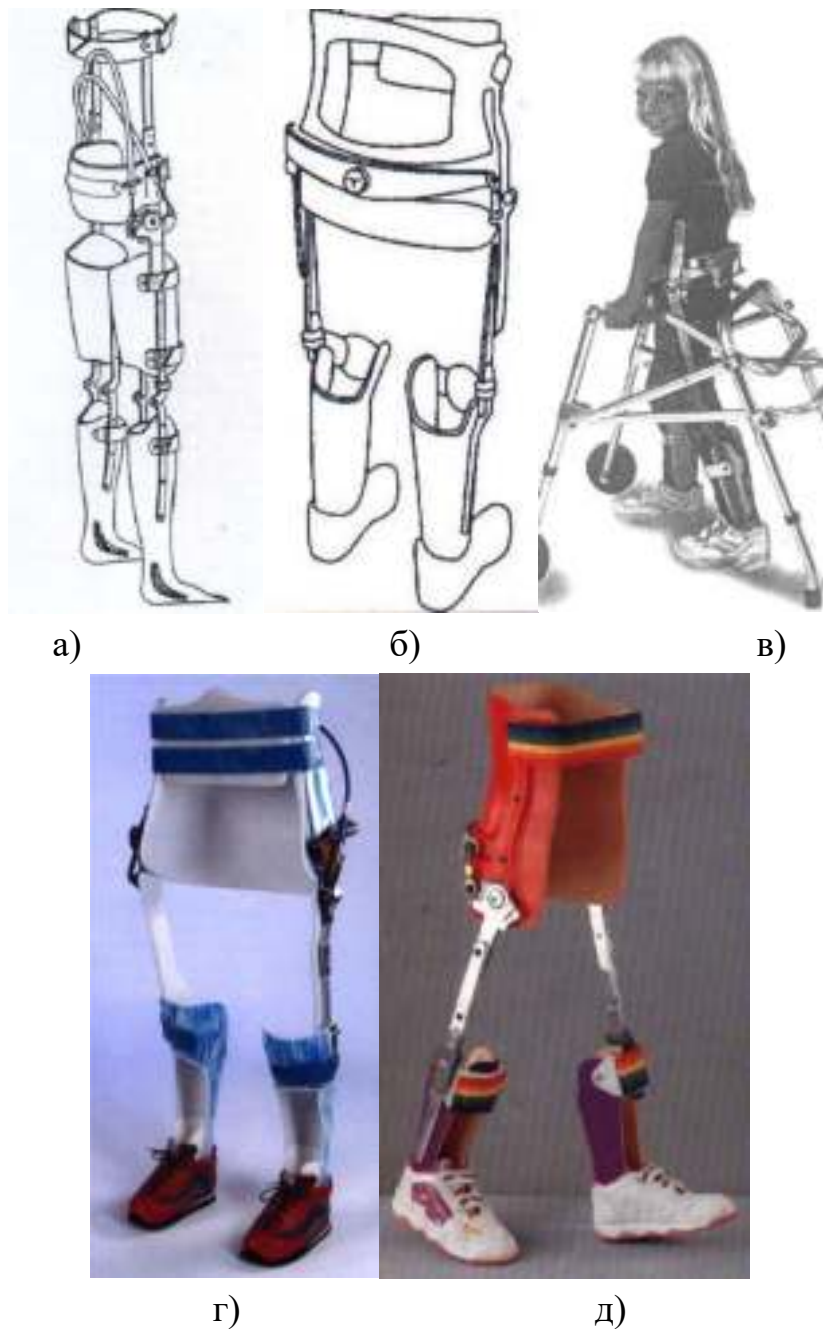
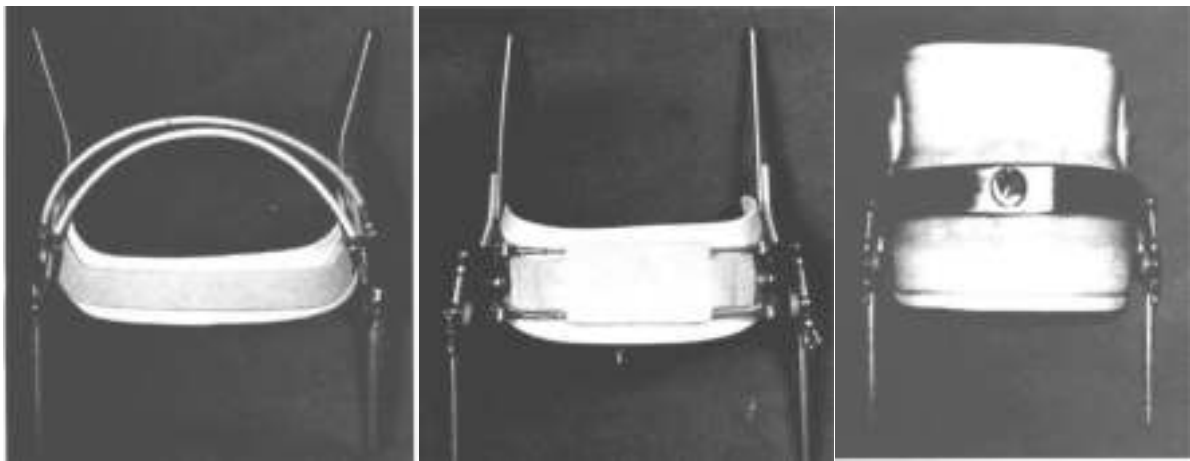


Рисунок 3.93 – Конструкції ортезів RGO, що забезпечують еквівалентну ходьбу:
 а – індивідуальний RGO державного університету штату Луїзіана LSU (США) з подвійним тяговим тросовим механізмом; б – типорозмірний RGO фірми *Fillauer* (США) з ізоцентричним (одноосьовим) механізмом;
 в – індивідуальний RGO фірми *Becker* (США) з біоцентричним (двохосьовим) механізмом; г – індивідуальний RGO фірми *OttoBock* (Німеччина) з одנותяговим тросовим механізмом; д – типорозмірний RGO фірми *Teufel* (Німеччина) з ізоцентричним (одноосьовим) механізмом



а)

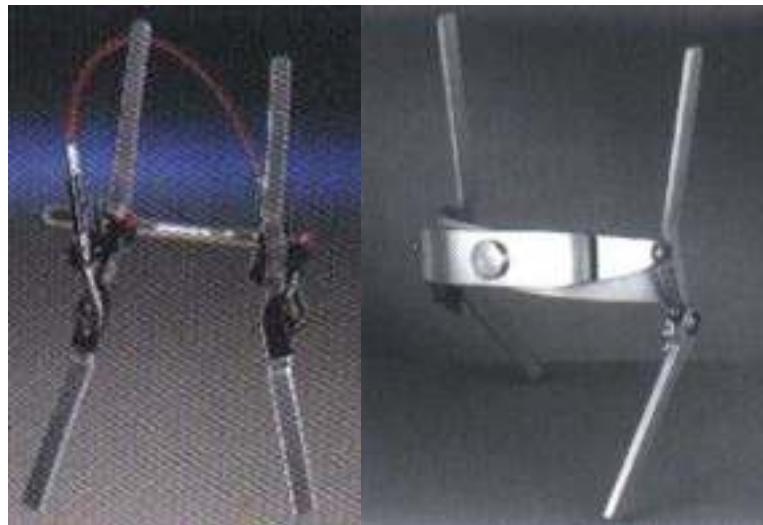
б)

в)



г)

д)



е)

ж)

Рисунок 3.94 – Механізми еквівалентної ходьби:

- а – механізм із подвійним тяговим тросовим механізмом *Fillauer* (США);
- б – механізм із двома горизонтальними металевими тягами(типу «пантограф») фірми *Fillauer* (США);
- в – механізм ізоцентричний (одноосьовий) фірми *Fillauer* (США);
- г – механізм ізоцентричний (одноосьовий) фірми *Becker* (США);
- д – механізм біоцентричний (двохосьовий) фірми *Becker* (США);
- е – механізм одנותяговий тросовий фірми *OttoBock* (Німеччина);
- ж – механізм ізоцентричний (одноосьовий) фірми *Teufel* (Німеччина)

Недоліки типорозмірних RGO:

– гірша керованість RGO пацієнтом під час ходьби через невідповідність гільз ортеза анатомічним особливостям пацієнта;

– у разі значних деформацій нижніх кінцівок (варус / вальгус) або тулуба (сколіоз / кіфоз), а також за умови несприятливих індивідуальних особливостей пацієнта рекомендується виготовлення індивідуального RGO.

У всіх конструкціях RGO, як правило, не встановлюються гомілково-стопні шарніри. Це робиться для того, щоб збільшити загальну жорсткість ортеза з метою максимально знизити механічні втрати в процесі передачі крутних моментів від тазостегнових шарнірів механізму еквівалентної ходьби до стоп гільз гомілок під час ходьби пацієнта в RGO.

Конструкції шин на колінний суглоб для RGO

На рис. 3.95 подані шини шарнірні колінні замкові з падаючим замком.

Шини призначені для двобічної або однобічної (зовнішньої) установки в індивідуальні та типорозмірні RGO.

Шини мають такі позитивні якості:

- надійність фіксації в замкненому положенні;
- зручність та простота в користуванні в складі RGO;
- можливість використання верхньої та нижньої ланок шин із різних матеріалів (сталь, алюміній).

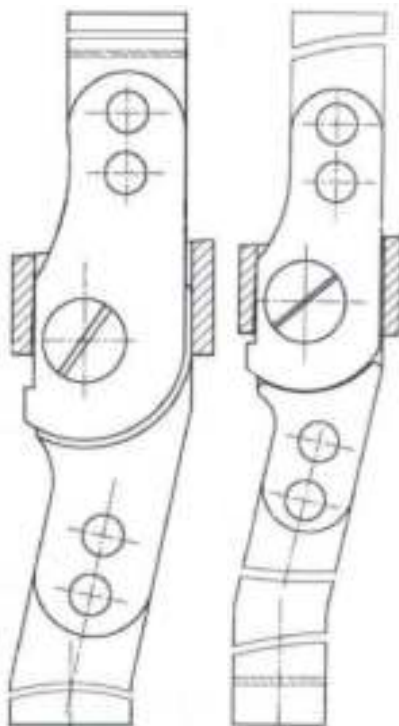


Рисунок 3.95 – Конструкції шин шарнірних колінних замкових з падаючим замком

На рис. 3.96 зображені шини безшарнірні на колінний суглоб з алюмінієвого сплаву.

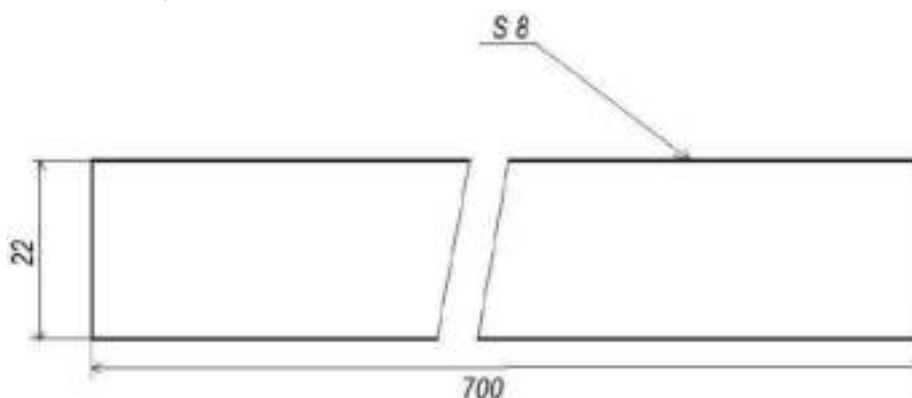


Рисунок 3.96 – Конструкція шин безшарнірних на колінний суглоб з алюмінієвого сплаву

Шини призначені для одnobічної (зовнішньої) установки в типорозмірні RGO. Шини мають такі позитивні якості:

- простота конструкції та відносна дешевизна;
- надійність фіксації у фронтальній і сагітальній площинах;
- зручність та простота в налагодженні RGO;
- маленька вага.

Використання безшарнірних шин дає змогу істотно збільшити жорсткість RGO та, завдяки відсутності в їхній конструкції шарніра, швидко змінювати розмір «підлога – центр тазостегнового шарніра» в процесі переналагодження RGO під іншого пацієнта або мірою зростання дитини.

Типорозмірний RGO для дітей (патент на винахід України № 82776 «Апарат для ходьби та стояння») [65]

Типорозмірний RGO призначається для дітей-інвалідів вагою до 30 кг із діагнозами: м'язова міопатія, спинномозкова грижа, дитячий церебральний параліч, м'язова дистрофія, спинномозкова травма, – наслідками яких є відсутність можливості самостійної вертикалізації та ходьби.

RGO є виробом максимальної готовності, який виготовляється в трьох типорозмірних виконаннях, конструкції яких аналогічні одна одній.

Типорозмір L визначається відстанню між внутрішніми поверхнями тазостегнових шарнірів розсувного механізму еквівалентної ходьби: I типорозмір – 210–230 мм, II типорозмір – 240–270 мм, III типорозмір – 280–310 мм.

Ортези мають виконувати такі функції:

- забезпечувати можливість вертикалізації та самостійної ходьби за допомогою ходунків, підлокітників або в брусах під наглядом інструктора-реабілітолога;
- забезпечувати управління нижніми кінцівками й тулубом під час ходьби;
- забезпечувати надійну фіксацію нижніх кінцівок і тулуба;
- забезпечувати опороздатність під час стояння та ходьби;
- забезпечувати відносно легке надягання та знімання ортезів у положенні пацієнта лежачи.

Також важливими функціями ортезів є:

- управління рухом;
- корекція деформацій;
- компенсація ослаблених м'язів.

Зовнішній вигляд типорозмірного RGO поданий на рис. 3.97.

Ортез містить типорозмірний розсувний ортез на хребет (корсет) 1 з переднім клапаном 2, на якому закріплюється розсувний механізм еквівалентної ходьби 3, з'єднаний із двома типорозмірними гільзами на гомілку-стопу 4 за допомогою шин безшарнірних 5. Типорозмірні гільзи гомілки 4 мають типорозмірні м'які клапани на колінний суглоб з педилену 6.

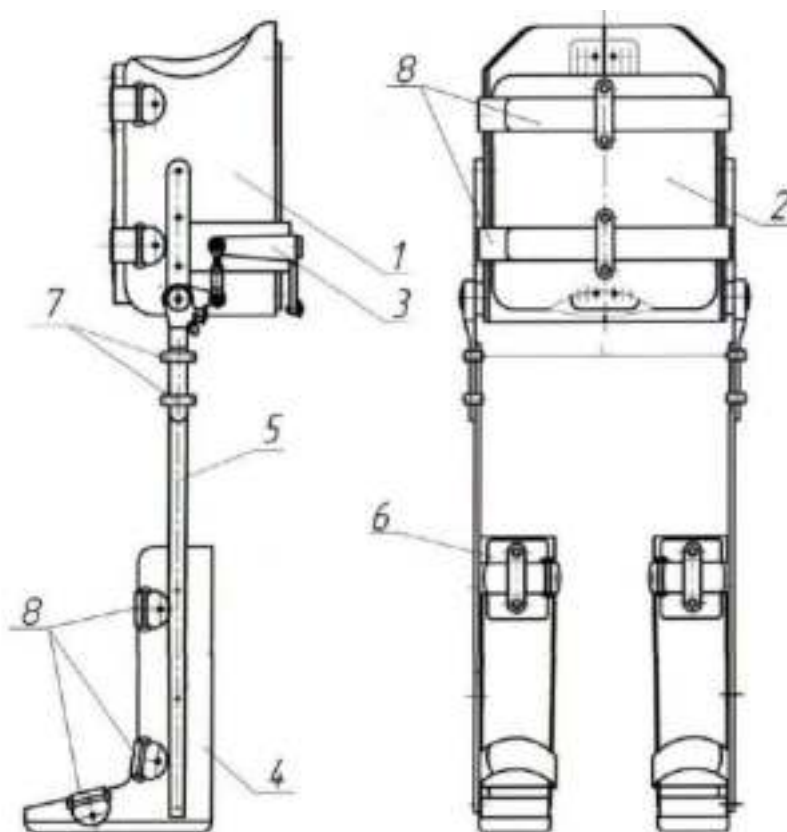


Рисунок 3.97 – Загальний вигляд типорозмірного RGO

Механізм еквівалентної ходьби 3 з'єднується з двома шинами безшарнірними 5 за допомогою хомутів 7 (або гвинтів із гайками). Ортез кріпиться до тулуба й нижніх кінцівок елементами кріплення 8.

Гільзи нижніх кінцівок і корсета виготовляються з термопластичного матеріалу – поліетилену або поліпропілену – методом термоформування.

В останніх версіях типорозмірного RGO замість гільз на гомілку-стопу виготовляються високі гільзи на стегно-гомілку-стопу. Такі конструкції гільз краще утримують нижні кінцівки, додатково збільшують жорсткість ортеза і таким чином полегшують ходьбу в ньому.

Особливістю конструкції типорозмірного RGO є наявність у ній розсувного механізму еквівалентної ходьби (рис. 3.98) і розсувного корсета (рис. 3.99), завдяки яким ортез можна регулювати у фронтальній площині (по ширині) міру зростання дитини.

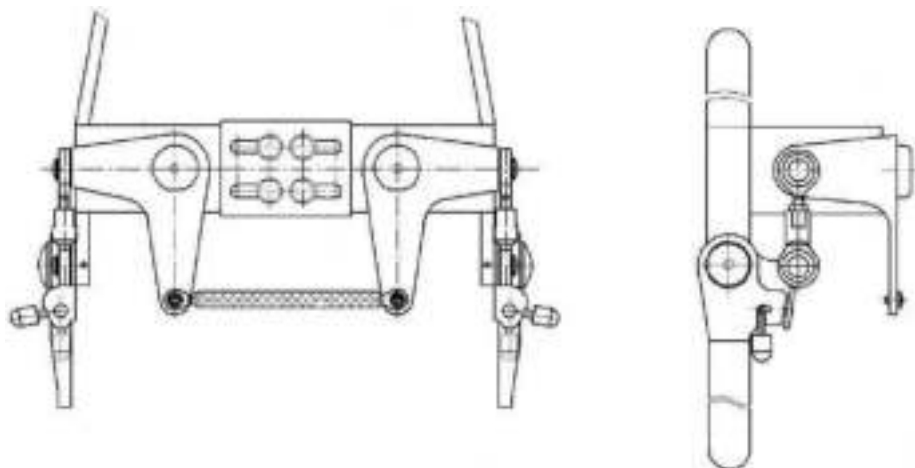


Рисунок 3.98 – Загальний вигляд розсувного механізму еквівалентної ходьби

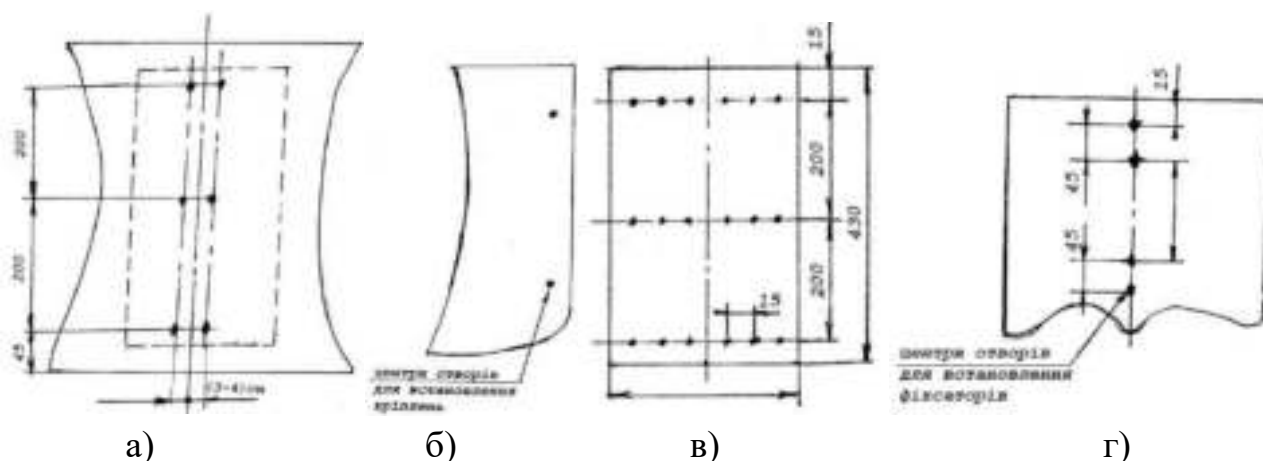


Рисунок 3.99 – Загальний вигляд розсувного корсета:

- а – розсувний корсет (вигляд ззаду); б – розсувний корсет (вигляд збоку);
- в – задня пластина для регулювання корсета у фронтальній площині;
- г – передній клапан розсувного корсета

Виготовлення типорозмірного RGO здійснюється в такій послідовності основних технологічних операцій:

- розмічення та зняття мірок з нижніх кінцівок;
- розмічення тулуба та зняття мірок;
- виготовлення (термоформування) типорозмірних гільз на гомілку-стопу;
- виготовлення (термоформування) розсувної гільзи корсета з переднім клапаном;
- обрізання, зняття типорозмірних гільз на гомілку-стопу; оброблення гільз;
- підганяння розсувного механізму еквівалентної ходьби по гіпсовій моделі, обтягнутій термопластичним матеріалом;
- обрізання та оброблення гільзи корсета та переднього клапана; складання розсувного корсета;
- виготовлення м'яких клапанів на колінні суглоби з педилену;
- виготовлення елементів кріплення для типорозмірних гільз на гомілку-стопу та корсета; установлення елементів кріплення;
- виготовлення фіксаторів на передній клапан корсета й клапани на колінний суглоб для кріплень; установлення фіксаторів;
- складання типорозмірного RGO до примірювання; з'єднання безшарнірних шин із типорозмірними гільзами на гомілку-стопу; з'єднання розсувного корсета з розсувним механізмом еквівалентної ходьби; з'єднання безшарнірних шин із шинами механізму еквівалентної ходьби;
- попереднє примірювання та підганяння типорозмірного RGO;
- остаточне складання типорозмірного RGO;
- остаточне примірювання та видача типорозмірного RGO.

Індивідуальний RGO для дітей

Показання до призначення, функції, що мають виконувати індивідуальні та типорозмірні RGO, матеріали, з яких зроблені гільзи тих і інших ортезів, аналогічні. Нижче зупинимося на тому, що їх відрізняє.

Основні відмінності між індивідуальними й типорозмірними RGO

Механізми еквівалентної ходьби:

- в індивідуальних RGO застосовуються цільні механізми еквівалентної ходьби (рис. 3.94, з, д);
- у типорозмірних RGO – розсувні механізми еквівалентної ходьби (рис. 3.98).

Конструкції шин на колінний суглоб:

- в індивідуальних RGO застосовуються шини шарнірні колінні з падаючим замком (рис. 3.95);
- у типорозмірних RGO – шини безшарнірні на колінний суглоб (рис. 3.96).

Конструкції ортезів нижніх кінцівок:

- в індивідуальних RGO застосовуються, як правило, індивідуальні ортези на колінний і гомілковостопний суглоби-стопу або індивідуальні ортези на гомілковостопний суглоб-стопу (рис. 3.93, а, з);
- у типорозмірних RGO застосовуються типорозмірні цільні ортези на гомілку-стопу (рис. 3.97) або високі типорозмірні цільні ортези на стегно-гомілку-стопу.

Конструкції корсетів:

- в індивідуальних RGO застосовуються індивідуальні цільні корсети (рис. 3.93);
- у типорозмірних RGO застосовуються типорозмірні розсувні корсети (рис. 3.99).

Основні технологічні операції виготовлення RGO

Основні технологічні операції виготовлення типорозмірного RGO подані вище.

Наведемо основні технологічні операції виготовлення індивідуального RGO і прокоментуємо ті, що відрізняються від технології виготовлення типорозмірного RGO:

- розмічення та зняття мірок з нижніх кінцівок;
- розмічення та зняття мірок із тулуба пацієнта;
- виготовлення гіпсових негативів нижніх кінцівок (у типорозмірному RGO ця операція відсутня);
- виготовлення гіпсового негатива тулуба (у типорозмірному RGO ця операція відсутня);
- виготовлення гіпсових моделей нижніх кінцівок (у типорозмірному RGO ця операція відсутня);
- виготовлення гіпсової моделі тулуба (у типорозмірному RGO ця операція відсутня);

– розмічення на гіпсових моделях нижніх кінцівок базових ліній схеми побудови ортеза та уточнення розташування центрів механічних колінних шарнірів за допомогою лазерного рівня (у типорозмірному RGO ця операція відсутня);

– установлення на гіпсові моделі нижніх кінцівок пластин для співвісності та паралельності колінних шарнірів (у типорозмірному RGO ця операція відсутня);

– підганяння шин по гіпсових моделях нижніх кінцівок (у типорозмірному RGO ця операція значно простіша й менша за часом);

– виготовлення гільз нижніх кінцівок методом вакуумного термоформування (у типорозмірному RGO немає необхідності застосовувати вакуум у процесі термоформування гільз нижніх кінцівок);

– виготовлення гільзи корсета методом вакуумного термоформування (у типорозмірному RGO немає необхідності застосовувати вакуум у процесі термоформування гільзи корсета);

– розмічення, обрізання, зняття гільз нижніх кінцівок із гіпсових моделей, оброблення гільз;

– підганяння механізму еквівалентної ходьби по гіпсовій моделі, обтягнутої термопластичним матеріалом; обрізання та оброблення гільзи корсета та переднього клапана;

– виготовлення м'яких клапанів на колінні суглоби з педилену;

– виготовлення елементів кріплення та встановлення їх на ортези нижніх кінцівок та корсет;

– виготовлення фіксаторів на передній клапан корсета і клапани на колінний суглоб для кріплень; установлення фіксаторів;

– складання індивідуального RGO до примірювання; з'єднання шарнірних шин із гільзами ортезів нижніх кінцівок; з'єднання корсета з механізмом еквівалентної ходьби; з'єднання зовнішніх шарнірних шин із шинами механізму еквівалентної ходьби (у типорозмірному RGO ця операція значно простіша та менша за часом);

– попереднє примірювання та підганяння RGO;

– остаточне складання RGO;

– остаточне примірювання та видача RGO.

Отже, порівнявши два технологічних процеси, можна зробити висновок, що технологічний процес виготовлення індивідуального RGO значно складніший і більш трудомісткий.

На рис. 3.100–3.102 наведено приклади застосування в УкрНДІ протезування типорозмірних і індивідуальних RGO.



а)

б)

Рисунок 3.100 – Застосування типорозмірного RGO:

а – дитина самостійно стоїть у типорозмірному RGO;

б – дитина в типорозмірному RGO самостійно ходить за допомогою ходунків



а)

б)

Рисунок 3.101 – Застосування індивідуального RGO:

а – зовнішній вигляд індивідуального RGO (зверніть увагу на два індивідуальних ортези на колінний і гомілковостопний суглоби-стопу й біоцентричний (двохосьбовий) механізм еквівалентної ходьби);

б – дитина з ДЦП самостійно стоїть в індивідуальному RGO



Рисунок 3.102 – Дитина з нижнім в'ялим парапарезом самостійно стоїть в індивідуальному RGO за допомогою брусів (зверніть увагу на два індивідуальних коротких ортези на гомілковостопний суглоб-стопу)

Типорозмірні та індивідуальні RGO для дорослих

Конструкції типорозмірних та індивідуальних RGO для дорослих, а також технологічні операції щодо їх виготовлення практично повністю аналогічні відповідним дитячим ортезам, тому немає необхідності зупинятися на цих питаннях, оскільки вони досить детально висвітлені в межах цього підрозділу.

Необхідно зазначити, що дорослі RGO (*патент на винахід України № 112236 «Пристрій для тренування статодинамічних функцій»*) призначають пацієнтам вагою до 125 кг, зростом до 2 м і лінійними розмірами між тазостегновими суглобами у фронтальній площині – до 420 мм. Отже, технічні, фізико-механічні вимоги до комплектувальних елементів для дорослих RGO висуваються значно вищі, ніж до аналогічних дитячих [66].

Для дорослих RGO для забезпечення загальної жорсткості ортеза можуть застосовуватися термопластичні матеріали завтовшки до 8 мм (для дитячих – до 5 мм).

Основний контингент для призначення дорослих RGO – це пацієнти з травмою спинного мозку.

В Україні для дорослих RGO виготовляються біоцентричні цільні та розсувні механізми еквівалентної ходьби. Крім того, для дорослих RGO виготовляються відповідні шарнірні замкові й безшарнірні шини.

На рис. 3.103 і 3.104 наведено приклади пацієнтів – дорослих в RGO.

Отже, хочеться висловити таку пропозицію, що стосується як дітей (насамперед), так і дорослих пацієнтів. Якщо основне призначення ортеза на дві нижні кінцівки з корсетом – забезпечення ходьби, то у виборі між традиційним ортезом і RGO однозначно варто обирати RGO.



Рисунок 3.103 – Доросла пацієнтка УкрНДІпротезування самостійно ходить в індивідуальному RGO за допомогою брусів (зверніть увагу на два індивідуальних ортези на колінний і гомілковостопний суглоби-стопу та підошву для компенсації укорочення правої нижньої кінцівки)



Рисунок 3.104 – Доросла пацієнтка УкрНДІпротезування самостійно ходить в індивідуальному RGO за допомогою брусів (зверніть увагу на два індивідуальних коротких ортези на гомілковостопний суглоб-стопу)

3.18 Ортопедичний пристрій із візком, що забезпечує самостійну ходьбу дітей із ДЦП

У сучасному ортезуванні для формування мотивованої ходьби в дітей, хворих на церебральний параліч (важка форма), використовують пристрої, що забезпечують ходьбу або пристрої для ходьби з різними конструктивними особливостями. Застосування таких пристроїв сприяє покращенню локомоційних функцій у зазначеного контингенту дітей [20].

У загальному вигляді пристрій для ходьби складається з двох основних компонентів – самого пристрою або колісного візка та ортезної системи, яка містить два ортези на колінний і гомілковостопний суглоби-стопу, і корсета на тулуб (*патент на винахід України № 116048 «Пристрій для реабілітації пацієнтів з порушенням функцій ходьби»*) [67].

Пристрій для ходьби має виконувати такі функції:

- забезпечувати управління рухом;
- забезпечувати управління нижніми кінцівками та тулубом під час ходьби;
- забезпечувати надійну фіксацію нижніх кінцівок та тулуба;
- забезпечувати опороздатність під час стояння та ходьби;
- забезпечувати легке надягання та знімання ортезів у положенні пацієнта лежачи.

До пристрою для ходьби висуваються такі вимоги:

- складові частини пристрою для ходьби (ортези на нижні кінцівки та корсет) мають урахувати індивідуальні особливості пацієнтів;
- комплектувальні вироби, які застосовуються в пристрої для ходьби, мають забезпечувати функціональні можливості пристрою та мати достатню міцність залежно від ваги пацієнта;
- конструкція пристрою для ходьби має забезпечувати його працездатність під час користування;
- пристрій для ходьби повинен мати гальмову систему;
- елементи кріплення мають забезпечувати надійну фіксацію нижніх кінцівок та тулуба пацієнта до гільз ортезів і корсета пристрою для ходьби;
- пристрій для ходьби має бути безпечним у користуванні; застосування пристрою може проводитись тільки в присутності реабілітолога або батьків.

Конструкції основних компонентів пристрою для ходьби

Пристрій для ходьби або колісний візок використовується для полегшення та формування правильної ходи в пацієнтів з дитячим церебральним паралічем. Загальний вигляд пристрою для ходьби зображено на рис. 3.105.

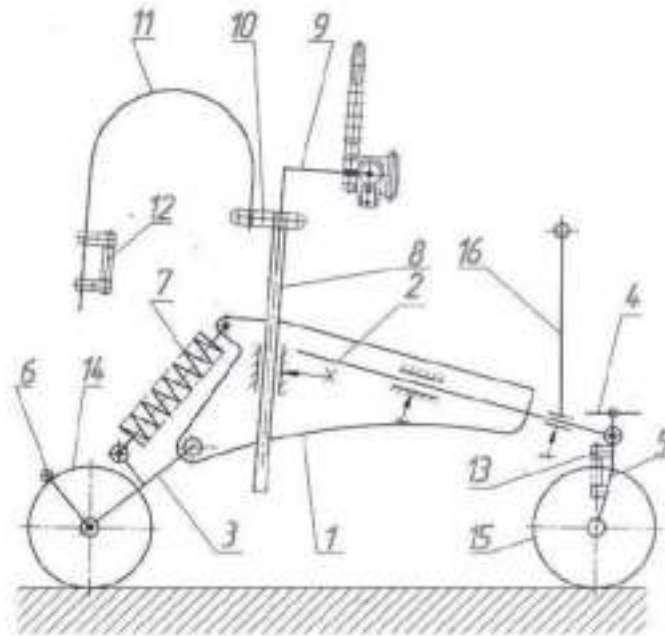


Рисунок 3.105 – Загальний вигляд пристрою для ходьби

Пристрій для ходьби, або колісний візок, складається з корпусу 1, рами передньої колісної пари 2, вхідної розсувної частини колісної пари 5 з передніми колесами 15, рами задньої колісної пари 3, шарнірно пов'язаної з корпусом 1, задніми колесами 14 та гальмовою системою 6. До рами задньої колісної пари 3 і корпусу 1 кріпиться пружинний механізм 7. До верхньої частини корпусу 1 кріпиться прямокутна пустотіла стійка 8, в яку вставлена ортезна система 9 (див. нижчеопис конструкції ортезної системи). До спеціального хомута 10, прикріпленого до стійки 8 приєднано гнучкий елемент 11 з обмежувачем руху стегон 12. До рами передньої колісної пари 2 жорстко приєднується обмежувач руху гомілок 13. До розсувної частини колісної пари 5 у верхній частині кріпляться колеса габаритні 4, що сприяють подоланню перешкод. До рами передньої колісної пари 2 кріпиться кермо 16, що потрібно для впевненості пацієнта під час ходьби.

Особливості конструкції пристрою для ходьби:

- регулювання колісної бази виготовляється з висунанням передньої рами 2 вперед-назад у корпусі 1 з подальшою фіксацією по довжині та ширині;
- система «пружинний механізм 7 – корпус 1 – рама задньої колінної пари 3» слугують для зменшення тиску стоп на поверхню за рахунок розвантаження всього тіла під час ходьби пацієнта в пристроїта працює таким чином.

Пружинний механізм 7 діє як накопичувач енергії. У фазу опори на одну з нижніх кінцівок пружинний механізм 7 стискається, накопичуючи енергію. У фазу переносу цієї кінцівки пружинний механізм 7 розпрямляється,

вивільняючи накопичену енергію та допомагаючи перенести кінцівку над поверхнею, що значно полегшує ходьбу пацієнта.

Конструкція ортезної системи до пристрою для ходьби

Ортезна система є складовою частиною пристрою для ходьби з важкими руховими порушеннями та розрахована для дітей масою від 10 кг до 45 кг. Зовнішній вигляд ортезної системи зображено на рис. 3.106.

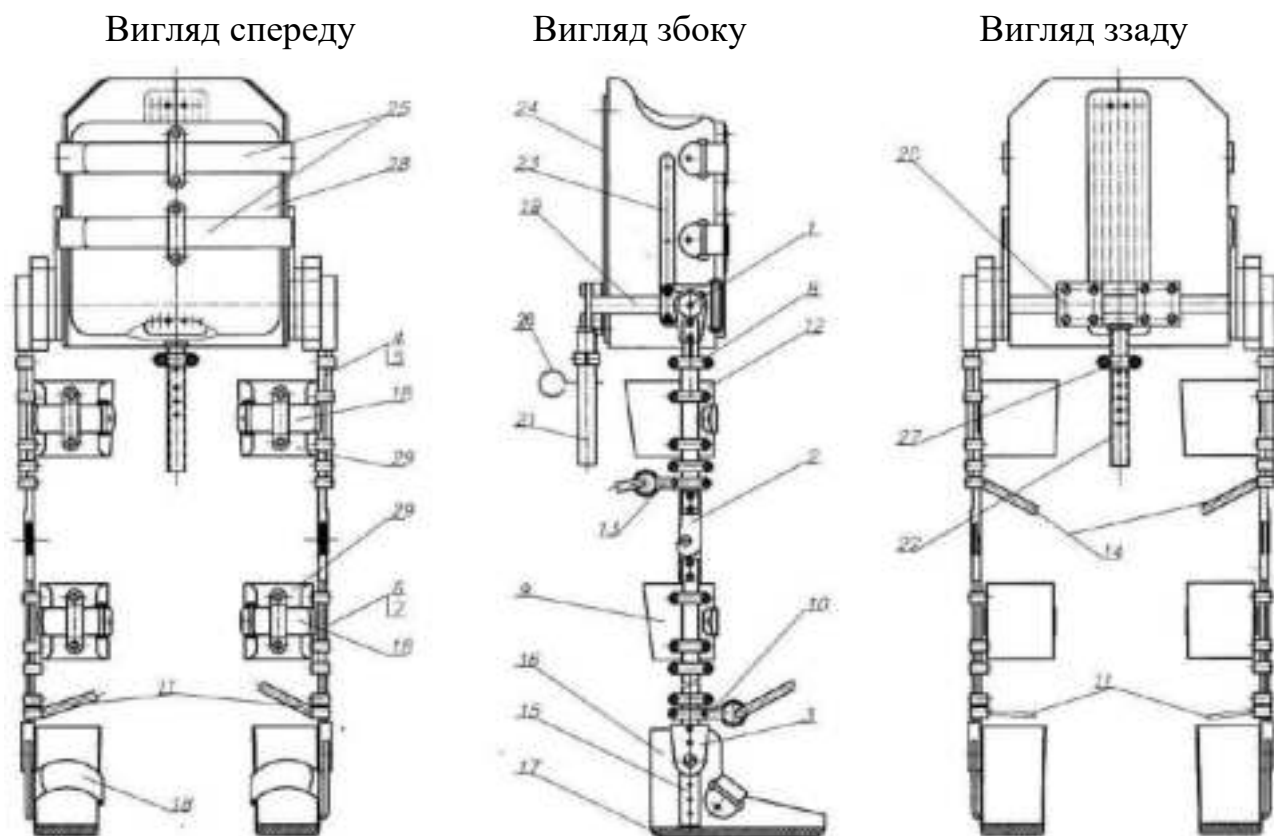


Рисунок 3.106 – Загальний вигляд ортезної системи

Ортезна система складається з двох ортезів на колінний і гомілково-стопний суглоби-стопу, що приєднані до тазостегнових шарнірів 1 та корсета на хребет 24.

Ортези на колінний і гомілковостопний суглоби-стопу є конструкцію з однібічною установкою колінного 2 і гомілковостопного 3 шарнірів, а також шин на стегно 4, 5, гомілку 6, 7, з'єднаних між собою фіксаторами 8. За допомогою фіксаторів 8 можна швидко здійснювати плавне регулювання лінійних розмірів «тазостегновий – колінний шарніри» і «колінний – гомілковостопний шарніри» залежно від антропометричних параметрів дитини. Між колінним і гомілковостопним шарнірами розміщена типорозмірна манжета гомілки 9 і фіксатор з отвором 10 для кріплення передньої тяги

для гомілок 11. Між тазостегновими й колінними шарнірами розміщена типорозмірна манжета на стегно 12 і фіксатор з отвором 13 для кріплення задньої тяги для стегон 14 (див. вищеопис конструкції пристрою для ходьби). Тяги 11, 14 виготовлені з еластичного шнура. Довжина тяг визначається розміром ортезної системи залежно від індивідуальних розмірів пацієнта. Манжети на гомілку й стегно 9, 12 та фіксатори з отворами 10, 13 можна швидко встановити в потрібне місце щодо шин стегна 4, 5 і гомілки 6, 7. До нижньої ланки 15 гомілковостопного шарніра 3 приєднано типорозмірну гільзу стопи 16. Для кращого зчеплення з поверхнею та унеможливлення проковзування під час ходьби на гільзу стопи наклеєна профілактична гумова підошва 17. Гільза стопи 16 і манжети на гомілку та стегно 9, 12 виготовлені з термопластичного матеріалу – поліетилену або поліпропілену – методом термоформування і фіксуються на нижній кінцівці за допомогою кріплень 18. Для кращої фіксації нижніх кінцівок у манжетках ортезів і підвищення комфортності під час експлуатації на кріплення 18 надягнуто м'які клапани з педиліну 29. Тазостегнові шарніри 1 приєднуються до скоби 19, що має розсувний механізм 20, за допомогою якого здійснюється плавне регулювання лінійного розміру між ними у фронтальній площині. До нижньої частини розсувного механізму 20 приєднано прямокутний стрижень 21 із рядом отворів 22. До скоби 19 приєднані дві корсетні шини 23, до яких прикріплено типорозмірний розсувний корсет 24, виготовлений із термопластичного матеріалу поліетилену або поліпропілену методом термоформування. Корсет 24 фіксується на тулубі дитини за допомогою переднього клапана 28, в який просунуті кріплення 25. Передній клапан 28 виготовлений із термопластичного матеріалу – поліетилену або поліпропілену – методом термоформування та дозволяє рівномірно розподілити тиск від кріплень 25 по грудях і животу пацієнта. За допомогою прямокутного стрижня 21 ортезна система встановлюється у відповідний прямокутний отвір пустотілої стійки 8 пристрою для ходьби (див. вищеопис конструкції пристрою для ходьби). Завдяки отворах 22 можна зафіксувати ортезну систему щодо пристрою для ходьби на необхідній висоті за допомогою штиря 26. Для надійності з'єднання на прямокутний стрижень 21 встановлено фіксатор 27.

Особливості конструкції ортезної системи

Тазостегнові шарніри 1 мають вільний рух зі зниженим коефіцієнтом тертя завдяки встановленій у них системі підшипників. Вони забезпечують необмежене згинання / розгинання тазостегнових суглобів.

Колінні беззамкові шарніри 2 забезпечують згинання / розгинання колінних суглобів під час ходьби.

Гомілковостопні шарніри 3 двобічної дії дають змогу регулювати тильне й підошовне згинання стопи відповідно до медичних показань і фізіологічних можливостей дитини завдяки використанню в конструкції шарнірів трьох комплектів змінних упорів та пружин.

Шини стегна 4, 5 і гомілки 6, 7 з метою зниження ваги ортезної системи виконані з алюмінієвого сплаву завтовшки 8 мм.

На рис. 3.107 і 3.108 наведено ілюстрації конструкції пристрою для ходьби та його застосування в УкрНДІпротезування.



Рисунок 3.107 – Загальний вигляд пристрою для ходьби з ортезною системою



Рисунок 3.108 – Дитина з діагнозом ДЦП в ортезній системі самостійно ходить за допомогою пристрою для ходьби (зверніть увагу: погоджений зворотно-поступальний рух нижніх кінцівок дитини допомагають забезпечити передня і задня еластичні тяги; пружинний механізм, розташований позаду, крім накопичення енергії, зменшує тиск стоп на поверхню за рахунок розвантаження всього тіла, полегшуючи таким чином ходьбу; для більшої впевненості під час ходьби дитина руками тримається за кермо)

3.19 Кілька важливих технологічних етапів виготовлення ортезів на колінний і гомілковостопний суглоби-стопу (КАФО)

Усі технологічні етапи виготовлення ортеза на нижню кінцівку однаково важливі, оскільки без будь-якого з них, навіть не дуже складного, неможливо виготовити ортопедичний виріб. Однак є етапи, які більшою мірою визначають технічну правильність, якість виготовлення та функціональну відповідність ортеза щодо медичного призначення.

Зупинимося на деяких із них більш детально. Як приклад опишемо два важливих технологічних етапи виготовлення ортезів КАФО, а саме:

– розмічення на гіпсових моделях нижніх кінцівок базових ліній схеми побудови ортезів та уточнення розташування центрів колінних та гомілковостопних шарнірів за допомогою лазерного рівня. Цей етап є основоположним для технічно правильного виготовлення ортеза і його відповідності анатомічним особливостям пацієнта;

– виготовлення індивідуальних гільз нижніх кінцівок із термопластичного матеріалу методом вакуумного термоформування. Цей етап допоможе читачеві краще зрозуміти принципи роботи з термопластичними матеріалами, з яких виготовляється більшість сучасних ортезів на нижні кінцівки.

Розмітка на гіпсовій моделі нижньої кінцівки базових ліній схеми побудови ортеза та уточнення розташування центрів колінних і гомілковостопних шарнірів за допомогою лазерного рівня

У п. 1.4 схему побудови ортеза надано теоретично. Тут розглянемо, як ця операція здійснюється на практиці.

1. Розмістити гіпсові моделі на платформу 1 установки для розмітки гіпсових моделей (рис. 3.109).

2. Установити консоль 2, переміщуючи її по напрямним 3 на рівні 1/2 довжини випнутих кінців металевих трубок гіпсових моделей; зафіксувати гвинт 4.

3. Зрушити ліве плече фігурної скоби 5 до упору в корпус консолі 2 та зафіксувати фіксатором.

4. Зафіксувати випнуті кінці металевих трубок у швидко роз'ємних зажимах 7.

5. Уточнити, відповідно до рекомендацій, місця розташування центрів колінних шарнірів на гіпсовій моделі за допомогою пристрою для розмічення (рис. 3.110).

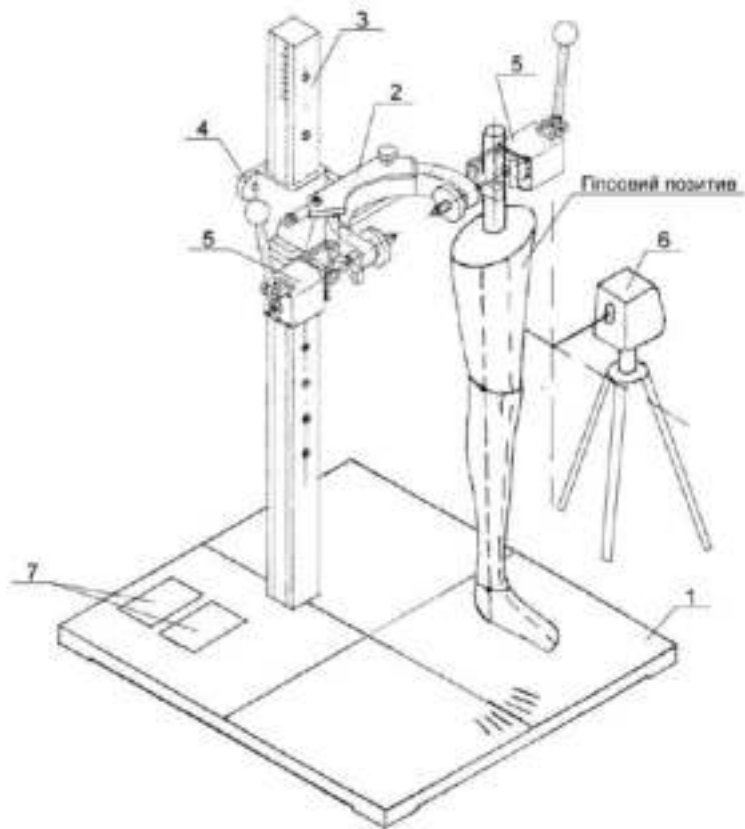


Рисунок 3.109 – Установка для розміщення гіпсових моделей за допомогою лазерного рівня PCL-1 (патент на винахід України № 96508 «Спосіб розмітки гіпсових позитивів нижніх кінцівок») [68]

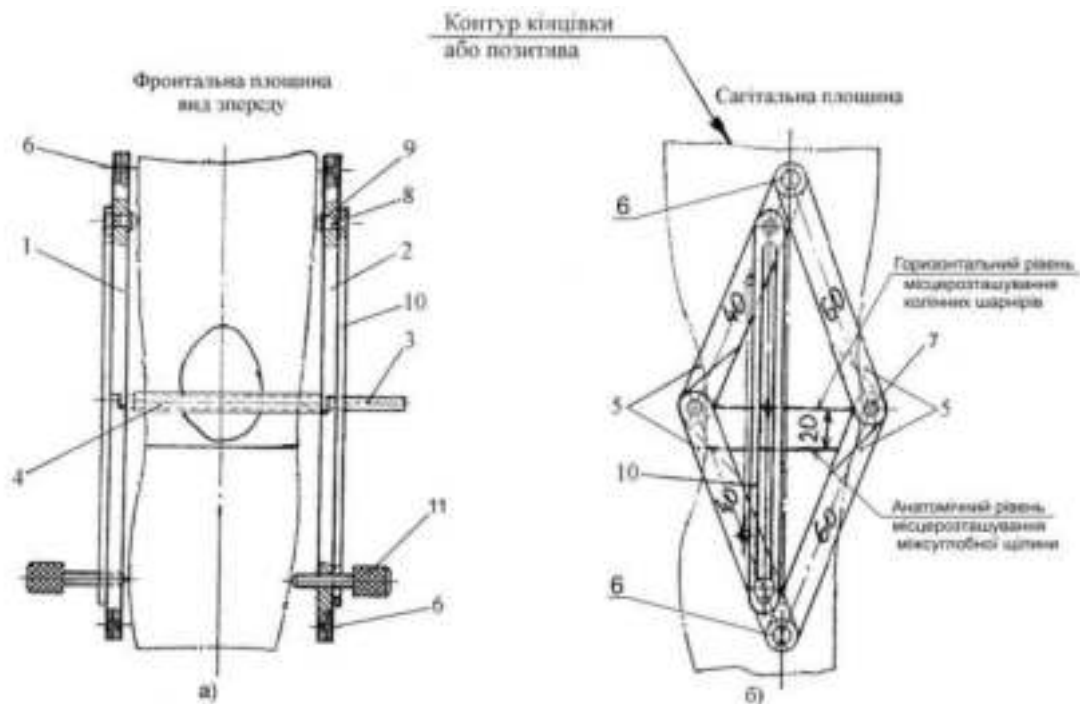


Рисунок 3.110 – Пристрій для розміщення місцеположення центрів колінних шарнірів 60П.04 (патент на винахід України № 53275 «Пристрій для розмітки осей колінних шарнірів») [69]

6. Установити лазерний рівень 6 так, щоб його горизонталь збіглася з зовнішнім центром колінного шарніра з гіпсової моделі.

7. Провести на гіпсовій моделі хімічним олівцем горизонтальні кругові лінії, що проходять крізь центри колінних шарнірів, обертаючи платформу 1 щодо лазерного рівня.

8. Провести на гіпсовій моделі хімічним олівцем за допомогою лазерного рівня базові вертикалі, що проходять:

– по зовнішній боковій поверхні гіпсової моделі крізь центр зовнішнього колінного шарніра;

– по внутрішній боковій поверхні крізь центр внутрішнього колінного шарніра;

– по передній поверхні гіпсової моделі крізь центр колінного суглоба у фронтальній площині;

– по задній поверхні крізь середину підколінної ямки.

9. Установити лазерний рівень так, щоб його горизонталь збіглася з рівнем розташування гомілковостопних шарнірів. У фронтальній площині центри гомілковостопних шарнірів мають розташовуватися паралельно на рівні нижнього краю контура внутрішньої щиколотки; у сагітальній площині центри гомілковостопних шарнірів розташовуються на вертикалі, яка проходить крізь 1/2 лінійного розміру, виміряного над внутрішньою щиколоткою.

10. Розмітити на гіпсовій моделі хімічним олівцем горизонтальні кругові лінії, що проходять крізь центри гомілковостопних шарнірів, обертаючи платформу 1.

11. Розмітити на гіпсовій моделі центри зовнішнього та внутрішнього гомілковостопних шарнірів.

12. Вимкнути лазерний рівень та зняти гіпсову модель з установки для розмічення.

Виготовлення індивідуальних гільз нижніх кінцівок із термопластичного матеріалу методом вакуумного термоформування

1. Установити гіпсову модель у трубку установки для вакуумного формування СВП-1 колінною чашечкою вниз (тут наведені шифри обладнання і термопластичного матеріалу вітчизняних виробників і фірми *Otto Bock* (Німеччина), що застосовуються в реальному технологічному процесі).

2. Надіти на гіпсову модель 2 шари бавовняного рукава, уникаючи зморшок.

3. Перенести з гіпсової моделі на бавовняний рукав за допомогою маркера:

– кругові горизонтальні лінії в ділянці колінних і гомілковостопних шарнірів;

- зовнішню вертикаль;
- контури гільз стегна, гомілки та стопи;
- зовнішні центри колінного й гомілковостопного шарнірів.

4. Визначити розміри листової заготовки гільзи нижньої кінцівки відповідно до розмірів гіпсової моделі (рис. 3.111).

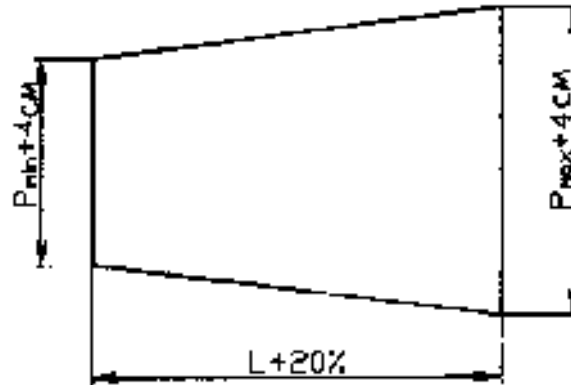


Рисунок 3.111 – Визначення розмірів листової заготовки гільзи нижньої кінцівки P_{\max} – максимальний периметр гіпсової моделі стегна;
 P_{\min} – периметр стопи в ділянці гомілковостопного суглоба (косий);
 L – довжина гіпсової моделі

5. Розмітити за допомогою лінійки металевої та маркера контури заготовки й гільзи нижньої кінцівки на листі термоліну 616Т95=4 (поліетилен завтовшки 4 мм).

6. Розрізати ножицями важільними 719В6 листову заготовку.

7. Протерти нагрівну поверхню термоплити 759Н4 сухою ганчіркою.

8. Знежирити обидва боки.

9. Покласти заготовку в термоплиту 759Н4.

10. Увімкнути установку вакуумного формування СВП-1.

11. Установити на манометрі вакуумної установки режим 0,6–0,9 кг/см².

12. Термічно обробити листову заготовку в термоплиті протягом 20 хв за температури +165°С до отримання прозорості матеріалу (у разі використання інших термопластичних матеріалів установлюють температуру й час нагріву, які вказані в технічних характеристиках цього матеріалу).

13. Витягнути розігріту заготовку з термоплити та накласти її на гіпсову модель; з'єднати нижні краї заготовки один за одним щільним здавлюванням, злегка натягуючи матеріал та розправляючи зморшки.

14. Зв'язати щільно верхню частину заготовки на трубці вакуумної установки, створюючи замкнутий контур.

15. Відкрити на вакуумній установці кран подавання вакууму.

16. Контролювати вакуумну обтяжку гіпсової моделі. За необхідності вручну відформувати ложементи ланок шарнірів.

17. Розрізати за допомогою ножа 718Н2 надлишок матеріалу по зварному шву, залишаючи 1–1,5 см (п.п. 13–17 необхідно проводити удвох та в термозахисних рукавицях).

18. Вимкнути вакуумну установку через 15 хв.

19. Охолодити заготовку до кімнатної температури протягом 90–120 хв.

Контрольні завдання

1. Наведіть для шарнірних ортезів на гомілковостопний суглоб-стопу (АFO) з металевими гомілковостопними шарнірами

- призначення;
- виконувані функції;
- особливості конструкції;
- основні технологічні етапи виготовлення.

2. Наведіть модифікації шарнірних ортезів на гомілковостопний суглоб-стопу з неметалевими гомілковостопними шарнірами. Опишіть

- призначення;
- виконувані функції;
- особливості конструкцій;
- технологічні етапи виготовлення.

3. Наведіть для шарнірного розвантажувального ортеза на гомілковостопний суглоб-стопу (з упором у власну зв'язку надколінка)

- призначення;
- виконувані функції;
- принцип дії;
- особливості конструкції;
- основні технологічні етапи виготовлення.

4. Наведіть для шарнірного ортеза на колінний суглоб (КО)

- призначення;
- виконувані функції;
- принцип дії;
- особливості конструкції;
- основні технологічні етапи виготовлення.

5. Наведіть модифікації шарнірних ортезів на колінний суглоб. Опишіть

- призначення;

- виконувані функції;
- особливості конструкцій;
- технологічні етапи виготовлення.

6. Наведіть для шарнірних ортезів на колінний і гомілковостопний суглоби-стопу з беззамковими шинами на колінний суглоб (КАФО)

- призначення;
- виконувані функції;
- особливості конструкції;
- основні технологічні етапи виготовлення.

7. Наведіть кілька основних модифікацій шарнірних КАФО, а саме:

- КАФО із замковими шинами на колінний суглоб;
- КАФО з композиційних матеріалів;
- КАФО для статичного й динамічного розроблень контрактур колінного суглоба;
- КАФО з механічною та електронною системами замикання колінного суглоба у фазу опори.

Опишіть

- їхнє призначення;
- виконувані функції;
- особливості конструкцій;
- технологічні етапи виготовлення.

8. Наведіть для шарнірного розвантажувального ортеза на колінний і гомілковостопний суглоби-стопу (з упором в сідничну кістку)

- призначення;
- виконувані функції;
- принцип дії;
- особливості конструкції;
- основні технологічні етапи виготовлення.

9. Наведіть для компенсувального ортеза на колінний і гомілковостопний суглоби-стопу

- призначення;
- виконувані функції;
- принцип дії;
- особливості конструкції;
- основні технологічні етапи виготовлення.

10. Наведіть кілька прикладів призначення ортезів КАФО залежно від залишкової сили м'язів нижньої кінцівки.

11. Наведіть для шарнірного ортеза на тазостегновий суглоб із корсетом і ортезом на одну нижню кінцівку (НрО)

- призначення;
- виконувані функції;
- особливості конструкції;
- основні технологічні етапи виготовлення.

12. Наведіть призначення, виконувані функції особливості конструкції, технологічні етапи виготовлення для:

- ортезів на тазостегновий суглоб із корсетом і двома ортезами на нижні кінцівки;
- ортезів на тазостегновий і колінний суглоби з корсетом і одним ортезом на нижню кінцівку;
- ортезів на тазостегновий, колінний і гомілковостопний суглоби-стопу з поясом і двома ортезами на нижні кінцівки.

13. Наведіть для шарнірного ортеза на грудний і поперековий відділи хребта, тазостегновий, колінний і гомілковостопний суглоби-стопу (на дві нижні кінцівки з корсетом)

- призначення;
- виконувані функції;
- особливості конструкції;
- основні технологічні етапи виготовлення.

14. Наведіть призначення, виконувані функції, особливості конструкції, технологічні етапи виготовлення й конструкції комплектувальних виробів для:

- ортезів максимальної готовності (типорозмірних) на грудний-поперековий відділи хребта, тазостегновий, колінний і гомілковостопний суглоби-стопу (на дві нижні кінцівки з корсетом), які забезпечують еквівалентну зворотно-поступальну ходьбу для дітей (RGO);
- індивідуальних ортезів RGO для дітей.

15. Наведіть для ортопедичного пристрою з рухомим візком, що забезпечує самостійну ходьбу дітей із ДЦП,

- призначення;
- виконувані функції;
- вимоги, що висуваються до пристрою для ходьби;
- конструктивні складники пристрою для ходьби;
- особливості конструкції ортезної системи максимальної готовності;
- методика складання і підганяння для пацієнта ортезної системи;
- методика складання і підганяння для пацієнта ортезної системи з візком.

4 ОРТЕЗИ НА НИЖНІ КІНЦІВКИ СЕРІЙНОГО ВИРОБНИЦТВА

Поряд з індивідуальними ортезами на нижні кінцівки, що виготовляються для конкретного пацієнта, існує велика група ортезів серійного виробництва, які ще називають типорозмірними. Такі ортези можна придбати у різних фірм-виробників ортопедичної продукції. Вони не вимагають тривалого індивідуального виготовлення, яке передбачає цілу низку технологічних операцій, детально описаних у посібнику, а підганяються безпосередньо для пацієнта протягом декількох годин. Деякі види таких ортезів пацієнт може придбати самостійно, керуючись рекомендаціями лікаря. Розглянемо найбільш поширені конструкції типорозмірних ортезів на нижні кінцівки та прокоментуємо їхні переваги та недоліки.

4.1 Типорозмірні ортези на стопу (FO)

Типорозмірні ортези на стопу (FO) – устілки – найбільш численний вид готових ортезів на нижні кінцівки. Це стандартизовані вироби, що підбираються за певними параметрами лікарем-ортопедом. Як правило, ортези на стопу – це м'які устілки, що виготовляються з педилену, пластазоту, спіненого поліуретану, спіненого вінілхлориду чи латексної піногуми, силікону, і мають повну довжину [24].

Показання до застосування типорозмірних устілок.

Готові серійні ортопедичні устілки застосовуються в таких випадках:

- плоскостопість I–II ступенів;
- біль у стопах у разі різних незначних деформацій;
- «порожня стопа»;
- тривале стояння, пов'язане з трудовою діяльністю;
- сплющення склепіння стопи внаслідок вагітності, ожиріння;
- відчуття «просідання» і «розпластання» стопи (зазвичай у разі слабкого зв'язкового апарату);
- незручна устілка у взутті.

У цих та інших випадках, що передбачають помірну корекцію положення стопи, призначається придбання готових устілок. Готові вироби порівняно з індивідуальними мають свої переваги й недоліки.

Переваги:

– велика доступність – у серійному виробництві існує значна різноманітність готових виробів, що максимально враховують можливі відхилення та патології стопи;

– швидке придбання – купити готові ортопедичні устілки можна в спеціалізованих магазинах. Основна умова – наявність моделей, відповідних до показань лікаря-ортопеда;

– широкий асортимент матеріалів – сучасні ортопедичні устілки виготовляються з різних матеріалів, зокрема натуральної шкіри. Це дає змогу підібрати ті, що максимально підійдуть за параметрами й забезпечать комфорт під час носіння;

– прийнятна ціна. Оскільки для виготовлення готових устілок потрібно менше трудовитрат (а за одним шаблоном виготовляється ціла серія), їхня вартість значно нижча за індивідуальні.

Отже, підібрати готові ортопедичні устілки в разі помірних патологій стопи досить легко. Виняток становить тільки наявність важких патологій стопи, зокрема важкі стадії плоскостопості. У цих випадках необхідно виготовляти індивідуальні устілки.

Недоліки:

– стандартний розмір. Наприклад, якщо стопа вузька й довга, підібрати модель готових устілок досить важко. Так само, як і за умови занадто широкої стопи або наявності поперечної плоскостопості;

– неможливість коригування параметрів. Під параметрами розуміють висоту супінатора (під поздовжнє склепіння), метатарзального валика (під поперечне склепіння) тощо. Якщо можливість регулювання і є, то дуже обмежена.

Ці недоліки незначні за відсутності серйозних патологій стопи.

Метатарзальний валик, метатарзальна подушечка, метатарзальний пелот – це спеціальне підвищення в центральній частині ортопедичної устілки в ділянці поперечного склепіння стопи.

Найчастіше його рекомендують для профілактики або корекції поперечної плоскостопості. Ця патологія є опущенням арки стопи, коли суглоб великого пальця, іноді і мизинця, починає випирати назовні й утворює так звану кісточку. Пелот розташовується так, щоб підняти та підтримати поперечне склепіння стопи і зняти зайве навантаження на плесно.

Отже, призначення метатарзального валика полягає в тому, щоб зменшити больові синдроми, що викликані зокрема натоптишами, і, якщо

можна, знизити ризик розвитку патології. Устілки з пелотом добре підходять людям із надмірною вагою, тим, хто багато часу проводить на ногах, а також любителям високих підборів. Однак варто розуміти, що носіння шпильки аж ніяк не сприяє корекції поперечної плоскостопості.

Нижче наведемо декілька прикладів готових устілок.



Рисунок 4.1 – Готова м'яка перфорована устілка із супінатором під поздовжнє склепіння стопи



Рисунок 4.2 – Готова м'яка перфорована устілка з метатарзальним валиком (пелотом) під поперечне склепіння та розвантажувальним пелотом під пальці стопи



Рисунок 4.3 – Різні види готових м'яких устілок

4.2 Типорозмірні безшарнірні ортези на гомілковостопний суглоб-стопу (АФО)

Вимоги, які висуваються до готових або типорозмірних безшарнірних АФО:

- типорозмірні безшарнірні АФО мають призначатися на основі біомеханічних порушень згідно з чітко ідентифікованими функціональними цілями, крім зручності;
- типорозмірні безшарнірні АФО насамперед корисні для поліпшення фази переносу;
- типорозмірні безшарнірні АФО мають обмежене значення за наявності складних аномалій ходьби, часто виникають після інсульту;
- типорозмірні безшарнірні АФО можуть використовуватися як тимчасові або оціночні пристрої, але мають використовуватися обережно внаслідок обмежень їхньої конструкції;
- типорозмірні безшарнірні АФО не враховують укорочення литкового м'яза, яке може швидко розвинутися після інсульту.

Значна кількість конструкцій типорозмірних (готових) АФО доступна в обмеженому діапазоні розмірів. Ці конструкції насамперед забезпечують відстань між стопою та опорою в разі пересування хворих без значного збільшення тонуусу, але не вирішують проблем фази опори. Цим ортезам бракує точності підганяння та жорсткості, необхідної для управління складною деформацією або нестабільністю стопи й гомілковостопного суглоба. Вони також не враховують укорочення литкового м'яза, яке часто виникає після інсульту. Якщо типорозмірний АФО використовують для ранньої мобілізації до забезпечення виготовленим на замовлення ортезом або як пристрій, що дасть змогу визначити функціональні можливості пацієнта перед призначенням індивідуального ортеза, важливо визнати, що функція типорозмірного (готового) АФО може значно відрізнитися від функції постійного виготовленого на замовлення ортеза через обмеження конструкції типорозмірного АФО. Це може спонукати клінічного лікаря до неправильного висновку, що лікування за допомогою ортезів має незначне або навіть не має жодного значення, хоча фактично оптимально розроблений і підігнаний індивідуальний АФО може бути дуже корисний. Важливо також, що це може викликати в пацієнта сумнів у подальшому лікуванні за допомогою індивідуально виготовлених ортезів, що призведе до проблем зі згодою на ортезне лікування й негативного ставлення до консервативного лікування за допомогою ортезів [20; 27].

Нижче наведено дві конструкції типорозмірних безшарнірних АФО.



Рисунок 4.4 – Готовий безшарнірний ортез AFO (США) з поліпропілену з плоскою пружиною, що призначають у разі відвислої (еквінусної) стопи



Рисунок 4.5 – Готовий безшарнірний ортез AFO *WalkOn Reaction* (Німеччина) з вуглетканини, який підтримує стопу в стані тильного згинання, а також сприяє динамічній стабілізації гомілковостопного й колінного суглобів під час ходьби за рахунок використання накопиченої енергії у фазі опори

4.3 Типорозмірні ортези на колінний суглоб (КО)

Готові безшарнірні еластичні ортези на колінний суглоб – наколінники

Наколінники – це готові типорозмірні безшарнірні ортези на колінний суглоб, що випускаються серійно.

Призначення наколінників – утримання колінного суглоба у фронтальній і сагітальній площинах зі збереженням повного руху (згинання-розгинання). Крім того, наколінники мають зігрівальний ефект, що також позитивно впливає на профілактику захворювання. Виготовляють наколінники із еластичних тканин, що забезпечують тепловий обмін між кінцівкою та навколишнім середовищем. У ділянці підколінної ямки для забезпечення максимального комфорту тканину виготовляють спеціальним чином. Наколінники бувають з різними вставками з пластичних матеріалів по зовнішній і внутрішній поверхнях нижньої кінцівки, щоб надати додаткову жорсткість,

пропріоцептивний ефект (відчуття положення частин тіла та їхнього руху в просторі), із закритими й відкритими (з надпателлярними отворами – з відкритим спереду надколінком), довгими (до середини стегна й гомілки) і короткими, що захоплюють тільки нижню третину стегна та верхню третину гомілки [14; 15; 18; 19; 41]

На рис. 4.6 подано готовий типорозмірний еластичний ортез на колінний суглоб з неопрену фірми *Rehband* (Німеччина), що має гільзу на колінний суглоб без додаткових вставок. Він призначений для профілактики легкої нестабільності колінного суглоба.

На рис. 4.7 зображено готовий наколінник фірми *Thuasne* (Франція). Пропріоцептивна стимуляція забезпечується силіконовою вставкою надколінка й еластичним компресійним трикотажем із тиском 18–24 мм рт. ст. Гнучкі ребра жорсткості по боках підсилюють опору, а для кращого утримання передбачена бічна силіконова система проти ковзання. Цей засіб призначається в разі травми бічних зв'язок колінного суглоба, хвороби Осгуда-Шлаттера, артрозу колінного суглоба I–II ступенів, пателлярного синдрому.



Рисунок 4.6 – Готовий типорозмірний еластичний ортез на колінний суглоб з неопрену фірми *Rehband* (Німеччина)



Рисунок 4.7 – Готовий наколінник фірми *Thuasne* (Франція)

Готові шарнірні еластичні ортези на колінний суглоб, армовані шарнірними шинами (брейси)

Ці ортези-брейси, як і наколінники, є готовими типорозмірними ортезами на колінний суглоб, що можна купити в спеціальних закладах чи замовити у фірм-виробників. Їхня конструкція і матеріали аналогічні наколінникам. Основною відмінністю брейсів від наколінників є наявність шарнірних шин, виготовлених з металу (сталь, алюміній, титан) чи пластиків (поліпропілен, поліетилен), що робить їх більш жорсткими і міцними. Брейси застосовують для профілактики й лікування захворювань (наприклад, артрозів колінного суглоба), пов'язаних із незначною варусною або вальгусною деформацією та незначною рекурвацією колінного суглоба малого ступеня (до 5°) або його помірною нестабільністю у фронтальній і сагітальній площинах. Призначення брейсів – утримання, відносна фіксація та корекція деформацій колінного суглоба у фронтальній площині, забезпечення вільного згинання й обмеженого розгинання суглоба в сагітальній площині.

Типорозмірний еластичний ортез на коліно з металевими шинами або брейс фірми *Thuasne* (Франція) зображено на рис. 4.8. Він містить еластичну гільзу на колінний суглоб, що фіксується за допомогою застібки текстильної, і двох металевих шин, розташованих усередині еластичної гільзи. Його призначення – фіксація та корекція помірних вальгусних чи варусних деформацій або рекурвацій у колінному суглобі, пов'язаних з нестабільністю та помірним болем у суглобі.



Рисунок 4.8 – Готовий типорозмірний еластичний ортез із металевими шинами або брейс фірми *Thuasne* (Франція)

Готові шарнірні жорсткі ортези на колінний суглоб

Функціональне призначення жорстких ортезів у консервативному лікуванні нижніх кінцівок – це утримання й фіксація колінного суглоба

у фронтальній площині з метою попередження прогресування деформацій, корекція варусних / вальгусних деформацій помірного ступеня, відносно розвантаження колінного суглоба. У сагітальній площині жорсткі ортези мають забезпечувати, залежно від медичних показань, вільне згинання-розгинання колінного суглоба, обмеження надлишкового розгинання в разі профілактики рекурвації колінного суглоба помірного ступеня, допомагати розробленню згинальних контрактур помірного ступеня, що дозволяє рівномірно перерозподіляти осьові навантаження на вражену нижню кінцівку. Для забезпечення лікувального ефекту жорсткі ортези мають надійно утримуватися на кінцівці пацієнта.

У 70-ті рр. минулого століття в США вперше з'явився типорозмірний жорсткий ортез *Lenox Hill*, що самоутримується, для профілактики спортивних травм (рис. 4.9). Його конструкція містить дві металевих шини на колінний суглоб, закріплені в зовнішніх та внутрішніх накладках на стегні й гомілці, й об'єднані одна з одною широкими гумовими стрічками, що одночасно є кріпленням. Воно коригує за принципом трьох точок варусну або вальгусну деформації пелота, прикріпленого до відповідної шини і двох шкіряних циркулярних ремінців, які утримують колінний суглоб зверху і знизу в сагітальній площині.



Рисунок 4.9 – Готовий типорозмірний жорсткий ортез на колінний суглоб з металевими шинами *Lenox Hill* (США)

Залежно від розвитку типорозмірних жорстких ортезів, їх почали застосовувати не тільки в разі спортивних травм, але й для консервативного лікування інших захворювань колінного суглоба, наприклад остеоартрозу.

Сучасні жорсткі типорозмірні ортези виготовляють із пластиків або вуглеволокна з використанням, як правило, двохосьових шин на колінний

суглоб, виготовлених із титану або алюмінію. Надійне утримання на кінцівці забезпечується завдяки легкості конструкції ортеза.

На рис. 4.10 зображено типорозмірний ортез із регульованими біомеханічними шарнірами *Ersamed SL-09A* (Туреччина). Гільзи ортеза виготовлені з пластику. Ортез перемінного ступеня фіксації з біомеханічними шарнірами-регуляторами обсягу руху, обмежувальними згинальними або розгинальними рухами в коліні. Ортез дає змогу зафіксувати колінний суглоб під кутами 10° , 20° , 30° , а також поступово збільшити обсяг руху в колінному суглобі до 120° за допомогою кнопок, розташованих на шарнірних механізмах, що використовуються для фіксації колінного суглоба після оперативних утручань, травм менісків, у разі пошкоджень і розривів бокових та хрестоподібних зв'язок, хронічних ревматичних артрозів та артритів.

На рис. 4.11 наведено жорсткий типорозмірний ортез, що тримається сам, фірми *Fior&Gent* (Німеччина), призначений для консервативного лікування колінного суглоба з розтягненням зв'язкового апарата та помірними варусними / вальгусними деформаціями. Він містить гільзи стегна й гомілки з розрізом позаду, виготовлені з карбонових волокон і бічних металевих шин із двохосьовими колінними шарнірами.



Рисунок 4.10 –Готовий шарнірний жорсткий ортез на колінний суглоб із регульованими біомеханічними шарнірами *Ersamed SL-09A* (Туреччина)



Рисунок 4.11 – Готовий шарнірний жорсткий ортез на колінний суглоб із карбону, що самоутримується, фірми *Fior & Gentz* (Німеччина)

Ланки шин заламіновані в гільзи ортеза. Ортез фіксується на кінцівці за допомогою текстильної застібки та рамок. Ортез утримується на кінцівці завдяки малій масі (500 г), затягуванню кріплень і конструкції двохосьових колінних шарнірів, кінематика яких більше наближається до руху колінного суглоба, ніж кінематика одноосьових шарнірів.

У фаховій літературі, присвяченій профілактиці та лікуванню колінного суглоба за допомогою ортезів, ставлення до жорстких готових типорозмірних ортезів на колінний суглоб достатньо критичне. Наприклад, висловлюється думка, що дуже часто призначення конструкції типорозмірного ортеза та його підганяння здійснюють не лікар-ортопед і технік-ортезист, а люди, далекі від ортезування, – лікарі, техніки, що працюють в галузях, не пов'язаних з ортезуванням.

Крім того, чимало фахівців вважають: готовий ортез, виготовлений за стандартним розміром, не може відповідати багатьом особливостям нижніх кінцівок пацієнтів. У деяких випадках під час підганяння готового ортеза виникає невідповідність горизонтальної осі внутрішнього та зовнішнього колінних шарнірів, що негативно впливає на його експлуатацію. Через малу довжину гільз стегна й гомілки після здійснення корекції деформації краї гільз врізаються в м'які тканини. Істотним недоліком типорозмірних жорстких ортезів фахівці вважають те, що гільзи готових ортезів недостатньо охоплюють кінцівку і, отже, призводять до зменшення впливу на поверхню кінцівки коригувальних сил. Унаслідок цього елементи кріплень змушені виконувати додаткові утримувальні функції, сильно притискаючи кінцівку, що призводить до застійних венозних явищ, які дуже важко піддаються лікуванню [14; 15; 18; 19; 41].

4.4 Типорозмірні ортези на колінний і гомілковостопний суглоби-стопу (КАФО)

Останнім часом у лікувальній практиці все більшу роль відіграють ортези максимальної готовності на колінний і гомілковостопний суглоби-стопу або тест-ортези, що за рахунок конструктивних особливостей і типорозмірного ряду, у разі незначного доопрацювання в умовах ортопедичних майстерень, дозволяють швидко провести ортезування. Використання таких ортезів, без втрати якості, значно скорочує терміни ортезування, що дуже важливо для хворих із патологіями, що прогресують, і для дітей у період зростання. Як правило, це лікувально-тренувальні ортези, що застосовуються для

визначення фізичних можливостей пацієнтів із метою доцільності подальшого забезпечення індивідуальними ортезами або для швидкої мобілізації хворих після операцій в умовах стаціонару або вдома. Винятком є готові ортези, гільзи яких виготовлені з м'якого еластичного матеріалу, наприклад неопрену.

Постійне вдосконалення конструктивних і функціональних характеристик тест-ортезів, використання нових комплектувальних виробів і матеріалів дозволило їм відігравати помітну роль в ортезуванні нижніх кінцівок [23].

Одним із перспективних напрямів розроблення тест-ортезів є модульний принцип побудови ортопедичних систем. Модульні ортопедичні системи – це ортези на нижні кінцівки, зібрані з модулів – технічно поєднаних оптимізованих за формою та розмірами (мають типорозмірний ряд) комплектувальних елементів (шини, шарніри) і гільз ортеза. Такі системи дозволяють реалізувати новий підхід до ортезування, а саме коли без зняття гіпсового зліпка (тільки за обмірами кінцівки пацієнта) можна виготовляти тест-ортези нижніх кінцівок, що відповідають індивідуальним за своїм функціональним впливом. Крім того, модульний принцип побудови дає змогу не тільки в короткі терміни зібрати ортез, але й, за необхідності, корегувати його відповідно до зміни стану пацієнта. Упровадження модульних ортопедичних систем у лікувальну практику істотно розширить сферу застосування тест-ортезів і дозволить забезпечувати ними пацієнтів буквально в перші кілька днів перебування в клініці [23].

На рис. 4.12 зображено лікувально-тренувальний ортез на колінний і гомілковостопний суглоби-стопу «Екстендер» фірми *Bledsoe Brace Systems* (США) з однобічною (зовнішньою) установкою шини на колінний суглоб. В ортезі передбачена можливість швидкого підганяння індивідуальних лінійних розмірів «підлога – центр колінного шарніра» і «центр колінного шарніра – верхня межа гільзи стегна» за допомогою двох кнопкових фіксаторів, розташованих на розсувних шинах гомілки й стегна. Чотири регульовані по обхвату манжети (2 – на гомілку і 2 – на стегно) виконані з м'якого матеріалу й мають жорсткі пластини в ділянці кріплення до шин. Типорозмірні напівгільзи стопи, виготовлені з термопласту, легко входять в будь-яке взуття. Рух у гомілковостопному суглобі відсутній.

Лікувально-тренувальний тест-ортез фірми *Otto Bock* (Німеччина), який зображено на рис. 4.13, має чотири типорозмірні, рухливі й регульовані по обхвату гомілки та стегна манжети. Манжети рухомо закріплені на розсувних шинах гомілки та стегна, які з'єднані з колінним і гомілковостопним шарнірами. Типорозмірна підставка під стопу має таку конфігурацію,

щоб пацієнт міг надягати ортез, перебуваючи у своєму взутті. Ортез призначений для однобічного використання й може бути як правого, так і лівого виконання. Тест-ортез можна досить швидко підігнати для пацієнта. З його допомогою виявляють фізичні та функціональні можливості пацієнта та визначають конструкцію постійного ортеза, яка найкраще підійде для конкретного хворого. Тест-ортез призначений для осіб, які не можуть самостійно керувати рухами колінного суглоба, зокрема фіксувати (закривати) його у фазу опори, що є наслідком інсульту (крововилив у мозок), травми головного мозку, травми хребта та спинного мозку, поліомієліту тощо.



Рисунок 4.12 – Лікувально-тренувальний ортез на колінний і гомілковостопний суглоби-стопу «Екстендер» фірми *Bledsoe Brace Systems* (США)



Рисунок 4.13 – Лікувально-тренувальний тест-ортез фірми *Otto Bock* (Німеччина)

Лікувально-тренувальний тест-ортез SPL-2 фірми *Fillauer* (США) призначений для навчання пацієнтів користування механічним колінним шарніром із керуванням фазою опори в умовах стаціонару (рис. 4.14).

Такий тест-ортез має ті самі показання до застосування, що й конструкція ортеза, яка описана вище.



Рисунок 4.14 – Лікувально-тренувальний тест-ортез SPL-2 фірми *Fillauer* (США)

Завдяки модульному принципу побудови ортез протягом декількох годин підганяється для конкретного пацієнта. Ортез виготовляється з однією зовнішньою шиною, може мати як ліве, так і праве виконання та призначений для однобічного використання на одній нижній кінцівці. Завдяки оригінальній конструкції фіксатора розмір «центр колінного шарніра – підлога» можна швидко й легко відрегулювати для пацієнта. Гільзи гомілки та стегна ортеза виконані із шаруватих пластиків на основі ливарних смол, що дозволяє використовувати його для осіб вагою до 70 кг.

На рис. 4.15 зображено готовий типорозмірний тест-ортез *COMPLEX/2R* фірми *REH4MAT* (Польща). Ортез містить напівкорсет на тулуб, гільзи гомілки та стегна, тазостегновий і двоколінний шарніри з шинами. В ортезі також є підставка (гільза) під стопу, яка виготовлена з вуглеволокна. Підставка під стопу з'єднана із зовнішньою шиною гомілки за допомогою шини стопи. Напівкорсет і гільзи ортеза виготовлені зі спеціального м'якого матеріалу – неопрену, що добре поглинає піт. Шини виготовлені з високоякісної сталі

з порошковим покриттям для захисту від поту. У тазостегновому суглобі встановлено ергономічний шарнір із регулюванням кута згинання та розгинання після кожних 15°. У колінному суглобі встановлені два двовісних поліцентричних шарніри з регулюванням кута згинання після кожних 20°.



Рисунок 4.15 – Готовий типорозмірний тест-ортез *COMPLEX/2R* фірми *REH4MAT* (Польща)

Відповідно до медичних показань, в ортез можна встановити гомілковостопний шарнір із кроком регулювання з періодичністю 15°. Усі шарніри блокуються на заданому куті та мають захист від випадкової зміни. Шина стопи й нижня шина тазостегнового шарніра можуть регулюватися по довжині, що дозволяє досить швидко підігнати ортез по нозі пацієнта.

Ортез стабілізує та знімає навантаження з тазостегнового, колінного й гомілковостопного суглобів, запобігає еквінусу (відвисанню) стопи, дає змогу поступово збільшувати діапазон рухливості в тазостегновому й колінному суглобах.

У двобічній комплектації (на дві нижні кінцівки) ортез рекомендується застосовувати в разі таких захворювань:

- млявий парапарез;
- мієломенінгоцеле;
- спинальна м'язова атрофія;
- м'язова дистрофія / міодистрофія за умови збереженої мобільності верхніх кінцівок.

В однобічній комплектації (на одну нижню кінцівку) ортез рекомендується застосовувати в разі:

- важкої нестабільності або дегенерації колінного суглоба з парезом ніг (попереково-крижовий радикуліт, поліомієліт – хвороба Гейне – Медіна);
- тетрапарез – реабілітація у вертикальному положенні, під час навчання ходьби;
- для іммобілізації в процесі реабілітації після операцій на коліні;
- профілактика й лікування контрактур тазостегнового, колінного гомілковостопного суглобів унаслідок паралічу або дегенеративних змін;
- необхідність правильного положення стегна під час вертикалізації та навчання ходьби.

Завдяки модульному принципу побудови, залежно від проблем конкретного пацієнта, базову конструкцію ортеза можна перетворити в

- ортез на колінний і гомілковостопний суглоби-стопу;
- ортез на гомілковостопний суглоби-стопу.

На рис. 4.16 зображено лікувально-тренувальний тест-ортез на колінний і гомілковостопний суглоби-стопу MS-001-000 фірми *Becker* (США). Цей виріб призначений для швидкої мобілізації пацієнта в домашніх умовах. Ортез може мати як однобічну, так і двобічну комплектацію залежно від діагнозу й потреб людини. В ньому застосований модульний принцип побудови. З огляду на функціональні завдання, ортез може бути забезпечений відповідними комплектувальними виробами – модулями.



Рисунок 4.16 – Лікувально-тренувальний тест-ортез на колінний і гомілковостопний суглоби-стопу MS-001-000 фірми *Becker* (США)

Загалом, двобічна модульна комплектація ортеза містить:

- два комплекти стандартних шин на колінний суглоб із падаючими замками з алюмінію (за необхідності замки знімаються). На стегнових і гомілкових ланках шин для регулювання ортеза по висоті просвердлені з кроком 1 см отвори діаметром 4,5 мм;

- дві гільзи з регульованим обхватом стегна, виготовлені з м'якого матеріалу – неопрену. До гільз прикріплені дві пластмасові пластини з ложементами для стегнових ланок шин (регулювання ортеза по висоті);

- три пари (правий / лівий) типорозмірних ортезів на гомілковостопний суглоб-стопу із зовнішніми ложементами для гомілкових ланок шин (регулювання ортеза по висоті). У кожен ортез встановлено по два гомілково-стопних шарніри *Oklahoma* з поліпропілену (ортези можуть виготовлятися без гомілковостопних шарнірів);

- усі необхідні для складання ортеза гвинти та втулки [23].

4.5 Типорозмірні ортези на тазостегновий суглоб (НрО)

Готові типорозмірні профілактичні м'які ортези на тазостегновий суглоб

Ортезування тазостегнового суглоба з профілактичною метою здійснюється м'якими типорозмірними виробами з неопрену у вигляді шортів чи напівшортів, що зображені на рис. 4.17. Показаннями до їхнього призначення є розтягнення м'язів, міозит, м'язова ригідність. Функціональна дія ортеза – зігрівання м'язів стегна для забезпечення їхньої м'якості.



Рисунок 4.17 – Готовий типорозмірний профілактичний м'який ортез на тазостегновий суглоб неопрену у вигляді шортів

Готові типорозмірні шарнірні жорсткі однобічні ортези на тазостегновий суглоб (HrO)

Готові шарнірні жорсткі однобічні жорсткі ортези на тазостегновий суглоб з регульованим згинанням / розгинанням, відведенням / приведенням містять типорозмірну гільзу на хребет та типорозмірну гільзу стегна, що виготовляються з різних термопластичних матеріалів та з'єднані між собою спеціальним металевим тазостегновим шарніром.

Залежно від медичних показань тазостегновий шарнір виконує функції регульованого відведення / приведення та згинання / розгинання, або тільки регульоване згинання чи розгинання; або шарнір виготовляється сферичним для точного позиціонування тазостегнового суглоба у всіх площинах, або виготовляється замковим.

Гільзи на хребет і гільзи стегна також мають свої особливості залежно від медичного призначення.

На рис. 4.18 подано готовий шарнірний жорсткий однобічний ортез на тазостегновий суглоб фірми *ORTHOSEVICE AG* (Швейцарія). Медичним призначенням для застосування цього ортеза є неоперабельні порушення в тазостегновому суглобі, первинна тотальна ортопластика та повторні операції на тазостегнових суглобах, профілактика після ендопротезування, іммобілізація після оперативного втручання на поперековому відділі хребта.



Рисунок 4.18 – Готовий шарнірний жорсткий однобічний ортез фірми *ORTHOSEVICE AG* (Швейцарія)

Ортез містить гільзу на хребет із регульованою пластиною по задній поверхні для регулювання об'єму в зоні талії та ротації щодо стегна, типорозмірну гільзу на стегно та багатофункціональний тазостегновий металевий шарнір, здатний здійснювати регулювання відведення / приведення з кроком 7° завдяки двом зубчастим напівшуропам, та згинання / розгинання з кроком 15° шляхом встановлення спеціальних гвинтів у відповідні отвори на шарнірі. Тазостегнова та стегнова шини шарніра виготовлені з легкого алюмінієвого сплаву з поздовжніми пазами, що дозволяє підганяти ортез по висоті відповідно до індивідуальних розмірів пацієнта. Модульна система ортеза дозволяє його негайне використання в лікарняних умовах. Гільзи на хребет і стегно виконані з термопластичних матеріалів методом вакуумного термоформування за типорозмірними моделями; на гільзах виконані вентиляційні отвори. Фіксація на пацієнтові здійснюється за допомогою капронових ременів із пластмасовими пряжками. Ця конструкція ортеза на тазостегновий суглоб – найбільш типова серед подібних готових типорозмірних жорстких ортопедичних виробів, що випускаються на сьогодні.

На рис. 4.19 зображено готовий шарнірний жорсткий однобічний ортез *Dyna Cox* (США) без регульованого відведення. Показаннями до призначення ортеза є профілактика вивиху після повного заміщення тазостегнового суглоба, закріплення хірургічного результату, рання функціональна фізіотерапія, швидке нарощування м'язів.



Рисунок 4.19 – Готовий шарнірний жорсткий однобічний ортез *Dyna Cox* (США)

Особливістю конструкції ортеза є сполучення еластичного бандажа і жорсткого ортеза, що містить посилену металеву пластину пояса на таз та пластмасову типорозмірну гільзу на стегно, з'єднані тазостегновим шарніром, установленим із попереднім (динамічним) відведенням 25°. Це дає змогу пацієнтові під час ходьби приводити вражену кінцівку без особливих зусиль, чого неможливо досягти з шарнірами зі статичним відведенням. Виробник пропонує застосовувати трьохосьовий шарнір *Tri-Flex* (рис. 4.20). Використання цього шарніра покращує узгодження між анатомічним і механічним центрами обертання під час ходьби та уникнути зміщення ортеза під час згинання, наприклад, у позі сидячи. Біомеханічний принцип дії ортеза *Dyna Cox* досягається за допомогою комбінації декількох аспектів:

- латеральний (зовнішній бічний) пелот гільзи стегна надає дозований тиск в медіальному (внутрішньому) напрямку за триточковим принципом корекції, сприяючи таким чином центруванню та стабілізації головки стегна у вертлюжній западині;

- еластичний бандаж має компресійну циркулярну дію на м'язи стегна, що сприяє їхньому зігріванню та розслабленню.

Ортез побудований за модульним типом із типорозмірних компонентів із можливістю регулювання по висоті [16].



Рисунок 4.20 – Трьохосьовий шарнір *Tri-Flex* до ортеза *Dyna Cox* (США)

4.6 Типорозмірні ортези на тазостегновий, колінний і гомілковостопний суглоби-стопу(НКАФО)

Існує низка захворювань тазостегнового суглоба та пов'язаних із ними патологій колінного та гомілковостопного суглобів, коли необхідне

призначення ортезів на тазостегновий, колінний і гомілковостопний суглоби. До таких захворювань належать неврологічні ускладнення, що передбачають ураження тазостегнових м'язів, пов'язаних із паралічем стегнового чи сідничного

нервів, запальні захворювання тазостегнового суглоба (коксит), переломи, що потребують осьового розвантаження суглоба й максимального обмеження ротаційного складника.

На рис. 4.21 зображено готовий типорозмірний ортез на тазостегновий, колінний і гомілковостопний суглоби-стопу фірми *Orthomedic* (Південно-Африканська Республіка), що застосовується в разі переломів шийки стегна, стегнової кістки, проблемах, пов'язаних із колінним, гомілковостопним суглобами та стопою (деформаціях, переломах).



Рисунок 4.21 – Готовий типорозмірний ортез на тазостегновий, колінний і гомілковостопний суглоби-стопу фірми *Orthomedic* (ПАР)

Ортез містить типорозмірний корсет, гільзи стегна, гомілки та стопи, виготовлених із поліпропілену та поліетилену. Гільзи стегна та гомілки мають передні клапани для кращої фіксації на нижній кінцівці. Крім того, гільза стегна виконана з упором у сідничний пагорб для забезпечення

розвантаження по осі або без упору. Конструкція гільзи стопи дає змогу людині користуватися звичайним взуттям. Тазостегновий шарнір, залежно від показань, може бути з регульованим відведенням чи без нього та з регульованим згинанням / розгинанням. Колінні шарніри ортеза на всю ногу можуть бути замковими, беззамковими та з регулюванням амплітуди згинання / розгинання колінного суглоба. Гомілковостопні шарніри, що застосовуються в ортезі, не мають обмежень руху. Основні функції ортеза – часткова іммобілізація та обмеження ротаційних рухів нижньої кінцівки й тазостегнового суглоба. Ортез фіксується на тілі пацієнта за допомогою ремінців із рамками.

Отже, можна зробити такі висновки:

– безумовно, готові ортези на нижні кінцівки відіграють важливу роль у консервативному лікуванні, оскільки ними можна швидко забезпечити пацієнтів, наприклад, відразу після операції або в перші кілька днів після надходження в стаціонар;

– готові м'які устілки, еластичні наколінники й ортези на тазостегновий суглоб зазвичай рекомендуються в разі легких патологій стоп, колінних і тазостегнових суглобів;

– готові жорсткі шарнірні AFO і KO мають досить обмежену сферу застосування, оскільки їхні конструкції не сповна відповідають індивідуальним особливостям нижніх кінцівок пацієнтів;

– готові жорсткі шарнірні KAFO – це, як правило, тимчасові лікувально-тренувальні ортези, що застосовуються для визначення фізичних можливостей пацієнтів із метою доцільності подальшого забезпечення індивідуальними ортезами або для швидкої мобілізації хворих після операцій в умовах стаціонару. Виняток становлять готові ортези, гільзи яких виготовлені з м'якого еластичного матеріалу, наприклад, неопрену. Однак показання для їхнього застосування – це незначні патології суглобів нижніх кінцівок;

– готові жорсткі шарнірні ортези на тазостегновий, колінний і гомілковостопний суглоби-стопу також, як і KAFO, – тимчасові лікувально-тренувальні ортези, що застосовуються переважно в консервативному лікуванні переломів шийки стегна, стегнової кістки та пов'язаних із ними переломах колінного, гомілковостопного суглобів і стопи;

– готові жорсткі шарнірні ортези на тазостегновий суглоб (НРО), – мабуть, одні з небагатьох типорозмірних виробів, що за своїми функціональними характеристиками наближаються до аналогічних індивідуальних ортезів.

Отже, консервативне лікування пацієнтів із застосуванням індивідуальних ортезів майже завжди є більш ефективним і якісним порівняно з лікуванням за допомогою готових ортезів на нижні кінцівки.

Контрольні завдання

1. Наведіть показання до призначення, функції, переваги та недоліки, конструкції готових типорозмірних ортезів на стопу (устілок) (FO).

2. Наведіть показання до призначення, виконувані функції, конструктивні виконання та вимоги, що висуваються до готових безшарнірних ортезів на гомілковостопний суглоб-стопу (AFO).

3. Наведіть показання до призначення, виконувані функції, конструктивні виконання готових безшарнірних ортезів на колінний суглоб (KO).

4. Наведіть показання до призначення, виконувані функції, конструктивні виконання готових шарнірних еластичних і жорстких ортезів на колінний суглоб (KO).

5. Наведіть показання до призначення, виконувані функції, особливості конструкцій, методики індивідуального припасування для пацієнта готових шарнірних ортезів на колінний і гомілковостопний суглоби-стопу (KAFO).

6. Наведіть показання до призначення, виконувані функції, особливості конструктивного виконання готових жорстких ортезів на тазостегновий суглоб із корсетом і одним ортезом на стегно (HrO).

7. Наведіть показання до призначення, виконувані функції, особливості конструкції готового жорсткого ортеза на тазостегновий, колінний і гомілковостопний суглоби-стопу з корсетом і одним ортезом на нижню кінцівку.

ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ

1. Руководство по протезированию и ортезированию / А.Н. Кейер и др. Санкт-Петербург, 1999. 625 с.
2. ДСТУ ISO 13404:2017 (ISO 13404:2007, IDT) Протезування та ортезування. Класифікація та опис зовнішніх ортезів та їх комплектувальних виробів.
3. ДСТУ ISO 8549-3:2019 (ISO 8549-3:1989, IDT) Протезування та ортезування. Словник термінів. Ч. 3. Терміни стосовно зовнішніх ортезів.
4. Курс лекцій дистанційного навчання «Протезування та ортезування». Модуль II – Ортезування нижніх кінцівок. Нюрберг, Німеччина (ISPO / Human Study e.V. / Don Bosco University), 2010.
5. Технология протезно-ортопедических изделий: учеб. пособ. для средн. спец. учеб. заведений / под ред. А.П. Кужекина. Москва: Легпромбытиздат, 1985. 312 с.
6. Каталог технічних засобів реабілітації. URL: <https://www.msp.gov.ua>.
7. Методика тестування та вибір конструкції ортезів на нижні кінцівки в залежності від збережених функціональних можливостей пацієнта: методичні рекомендації. Харків: УкрНДІпротезування, 2018. 80 с.
8. Руководство ортопеда-техника: в 3 т. / под ред. Зеп Хайм. Эмборн: Общество по техническому сотрудничеству Германии. Даг-Хаммерскейлд – Вер. III, 1991.
9. Медичні показання та протипоказання до призначення конструкцій ПОВ: методичні рекомендації. Харків: УкрНДІпротезування, 2009. 107 с.
10. Маркс В.О. Ортопедическая диагностика. Минск, 1978. 508 с.
11. Материалы для ортопедической техники / Otto Bock. ORTOPADISCE INDUSTRIE. Каталог, 2019.
12. Термопластические синтетические материалы в ортопедической технике / Техническая информация 7.1.1, 1994.
13. Протезування та ортезування: навчальний посібник курсу дистанційного навчання. Модуль I–III. Нюрберг, Німеччина, Міжнародне суспільство з протезування та ортезування (ISPO), Школа реабілітаційних наук Human Study e.V., університет Don Bosco, 2010.
14. Проведення досліджень, розробка конструкцій та технологій виготовлення ортезів нижніх кінцівок підвищеної функціональності: науковий звіт. Харків: УкрНДІпротезування, 2005. 115 с.

15. Удосконалення методів та засобів ортопедичного забезпечення хворих похилого віку з остеоартрозами колінних суглобів: науковий звіт. Харків: УкрНДІпротезування, 2007. 173 с.
16. Розробка науково обґрунтованих методів та засобів реабілітації інвалідів з патологією тазостегнового суглоба: науковий звіт. Харків: УкрНДІпротезування, 2009. 187 с.
17. Проведення досліджень, розробка конструкцій і технологій виготовлення ортезних систем на нижні кінцівки для пацієнтів вагою більше 100 кг: науковий звіт. Харків: УкрНДІпротезування, 2011. 153 с.
18. Проведення досліджень, розробка конструкцій і технологій виготовлення ортезних систем для розробки контрактур у великих суглобах нижньої кінцівки та авторський супровід розробок попередніх років: науковий звіт. Харків: УкрНДІпротезування, 2012. 145 с.
19. Проведення досліджень, розробка конструкцій і технологій виготовлення ортезних систем на верхні та нижні кінцівки для дітей з ДЦП з застосуванням комплектувальних виробів з динамічними елементами: науковий звіт. Харків: УкрНДІпротезування, 2015. 158 с.
20. Створення нових конструкцій та розширення низки ортезних систем для освоєння цілеспрямованої ходьби дітей, хворих на церебральний параліч: науковий звіт. Харків: УкрНДІпротезування, 2015. 104 с.
21. Розробка та освоєння сучасних методик реабілітації та удосконалення конструкцій ортезних систем для пацієнтів з наслідками уражень хребта та спинного мозку: науковий звіт. Харків: УкрНДІпротезування, 2015. 83 с.
22. Проведення досліджень, розробка та удосконалення конструкцій і технологій виготовлення протезно-ортопедичних виробів для інвалідів з важкими патологіями нижніх кінцівок внаслідок вогнепальних поранень, вродженої патології та різних захворювань: науковий звіт. Харків: УкрНДІпротезування, 2016. 115 с.
23. Розроблення методики тестування та вибору конструкції ортезів на нижні кінцівки в залежності від збережених функціональних можливостей пацієнта. Актуалізація технологічної документації та технологій виробництва ортезів на підприємствах: науковий звіт. Харків: УкрНДІпротезування, 2019. 117 с.
24. Розробка науково обґрунтованих підходів до реабілітації осіб з трофічними виразками стоп і супутніми захворюваннями: науковий звіт. Харків: УкрНДІпротезування, 2012. 119 с.
25. Патент на винахід UA 89595 C2, МПК А61F5/14. Спосіб виготовлення ортопедичних устілок / Л.Є. Ватолінський та ін.; заявник – УкрНДІпротезування. № а200814912; заявл. 24.12.2008; опублік. 10.02.2010. Бюл. № 3.

26. Патент на винахід UA 97759 C2, МПК А61F5/14. Ортез на гомілковостопний суглоб і стопу / І.О. Хмелевська та ін.; заявник – УкрНДІпротезування. № а201101157; заявл. 02.02.2011; опублік. 12.03.2012. Бюл. № 5.

27. Удосконалення реабілітаційних заходів для пацієнтів з наслідками мозкових інсультів: науковий звіт. Харків: УкрНДІпротезування, 2017. 116 с.

28. Технологія виготовлення апарата для динамічної корекції переднього відділу стопи: навчально-практичний посібник. Харків: УкрНДІпротезування, 2006. 24 с.

29. Розроблення основних принципів організації реабілітації для максимального відновлення самообслуговування та фізичної активності пацієнтів з наслідками мозкових інсультів: науковий звіт. Харків: УкрНДІпротезування, 2018. 100 с.

30. Патент на винахід UA 120206 C2, МПК А61F5/01. Ортез на нижню кінцівку / П.О. Баєв та ін.; заявник – УкрНДІпротезування. № а201710555; заявл. 31.10.2017; опублік. 25.10.2019. Бюл. № 20.

31. Патент на винахід UA 80620 C2, МПК А61F2/32. Ортез на гомілковостопний суглоб / В.В. Півоваров та ін.; заявник – УкрНДІпротезування. № а200512607; заявл. 26.12.2005; опублік. 10.10.2007. Бюл. № 4.

32. Патент на винахід UA 107107 C2, МПК А61F5/04. Спосіб лікування хворих з синдромом «діабетична стопа» / Р.О.Бобошко та ін.; заявник – УкрНДІпротезування. № а 2012 11529; заявл. 05.10.2012; опублік. 25.11.2014. Бюл. № 22.

33. Систематизація переліку протезно-ортопедичних виробів верхніх і нижніх кінцівок, актуалізація технологічної документації на їх виготовлення: науковий звіт. Харків: УкрНДІпротезування, 2020. 117 с.

34. Патент на винахід UA 90615 C2, МПК А61F2/00. Ортез на гомілковостопний суглоб / І.Л. Солнцева та ін.; заявник – УкрНДІпротезування. № а 200901693; заявл. 26.02.2009; опублік. 11.05.2010. Бюл. № 9.

35. Патент на винахід UA 75285 C2, МПК А61F5/04. Ортез на гомілковостопний суглоб / Л.Є. Ватолінський та ін.; заявник – УкрНДІпротезування. № 20041007959; заявл. 01.10.2004; опублік. 15.03.2006. Бюл. № 3.

36. Патент на винахід UA 98282 C2, МПК А61F2/50. Спосіб виготовлення шарнірів для протезно-ортопедичних виробів / І.Л. Солнцева та ін.; заявник – УкрНДІпротезування. №а 201108978; заявл.18.07.2011; опублік. 25.04.2012. Бюл. № 8.

37. Патент на винахід UA 103279 C2, МПК А61F5/01. Ортез на гомілковостопний суглоб / С.В. Корнеєв та ін.; заявник – УкрНДІпротезування. № а201210617; заявл. 10.09.2012; опублік. 10.06.2013. Бюл. № 11.

38. Апарат на колінний суглоб: навчально-практичний посібник. Харків: УкрНДІпротезування, 2006. 32 с.

39. Патент на винахід UA 105562 C2, МПК А61F5/01. Ортез для розробки контрактур колінних суглобів / Х.М. Віщенко та ін.; заявник – УкрНДІпротезування. № а2012 11112; заявл.24.09.2012; опублік. 26.05.2014. Бюл. № 10.

40. Патент на винахід UA 82298 C2, МПК А61F5/01. Колінний шарнір для ортопедичних апаратів / Х.М. Віщенко та ін.; заявник – УкрНДІпротезування. №а200700094; заявл.03.01.2007; опублік. 25.03.2008. Бюл. № 6.

41. Розробка науково обґрунтованих методів та засобів реабілітації інвалідів з остеоартрозами суглобів збереженої нижньої кінцівки: науковий звіт. Харків: УкрНДІпротезування, 2010. 146 с.

42. Патент на винахід UA 77892 C2, МПК А61F5/01. Спосіб виготовлення ортеза на нижню кінцівку / В.В. Півоваров та ін.; заявник – УкрНДІпротезування. № а200507226; заявл.20.07.2005; опублік. 15.01.2007. Бюл. № 1.

43. Патент на винахід UA № 85525 C2, МПК А61F5/04. Ортез на нижню кінцівку / В.В. Півоваров та ін.; заявник – УкрНДІпротезування. № а200710137; заявл. 11.09.2007; опублік. 26.01.2009. Бюл. № 2.

44. Патент на винахід UA 99884 C2, МПК А61F5/04. Ортез на колінний-гомілковостопний суглоби-стопу / П.О. Баєв та ін.; заявник – УкрНДІпротезування. № а201111570; заявл. 30.09.2011; опублік. 10.10.2012. Бюл. № 19.

45. Патент на винахід UA 114134 C2, МПК А61F5/04. Ортез на колінний-гомілковостопний суглоби-стопу / А.Д. Салєєва та ін.; заявник – УкрНДІпротезування. № а201509283; заявл. 28.09.2015; опублік. 25.04.2017. Бюл. № 8.

46. Проведення досліджень, розробка та удосконалення конструкцій і технологій виготовлення ортезних систем на нижні кінцівки з композиційних матеріалів: науковий звіт. Харків: УкрНДІпротезування, 2013. 85 с.

47. Патент на винахід UA 99236 C2, МПК А61F5/04. Спосіб виготовлення ортеза на колінний, гомілковостопний суглоби та стопу / В.В. Півоваров та ін.; заявник – УкрНДІпротезування. № а201111575; заявл. 30.09.2011; опублік. 25.07.2012. Бюл. № 14.

48. Патент на винахід UA 118419 C2, МПК А61F5/04. Ортез на колінний-гомілковостопний суглоби-стопу / А.Д. Салеева та ін.; заявник – УкрНДІпротезування. № а201712428; заявл. 14.12.2017; опублік. 10.01.2019. Бюл. № 1.

49. Патент на винахід UA 71162 C2, МПК А61F5/04. Ортез на всю ногу / А.Д. Салеева та ін.; заявник – УкрНДІпротезування. № а20031110125; заявл. 11.11.2003; опублік. 15.11.2004. Бюл. № 11.

50. Патент на винахід UA 103687 C2, МПК А61F5/04. Ортез для розробки контрактур колінних суглобів / Х.М. Віщенко та ін.; заявник – УкрНДІпротезування. № а201200724; заявл. 24.01.2012; опублік. 11.11.2013. Бюл. № 21.

51. Патент на винахід UA 103854 C2, МПК А61F5/01. Колінний шарнір для ортезів на нижні кінцівки / В.В. Бублій та ін.; заявник – УкрНДІпротезування. № а201401512; заявл. 17.02.2014; опублік. 12.01.2016. Бюл. № 1.

52. Патент на винахід UA 105562 C2, МПК А61F5/01. Ортез для розробки контрактур колінних суглобів / Х.М. Віщенко та ін.; заявник – УкрНДІпротезування. № а201211112; заявл. 24.09.2012; опублік. 26.05.2014. Бюл. № 10.

53. Патент на винахід UA 117529 C2, МПК А61F5/04. Колінний шарнір для ортезів на нижні кінцівки / С.В. Корнеєв та ін.; заявник – УкрНДІпротезування. № а201613153; заявл. 22.12.2016; опублік. 10.08.2018. Бюл. № 15.

54. Патент на винахід UA 117169 C2, МПК А61F5/04. Колінний шарнір для ортезів на нижні кінцівки / П.О. Баєв та ін.; заявник – УкрНДІпротезування. № а201609664; заявл. 19.09.2016; опублік. 25.06.2018. Бюл. № 12.

55. Патент на винахід UA 92237 C2, МПК А61F5/04. Ортез на нижню кінцівку / В.В. Бублій та ін.; заявник – УкрНДІпротезування. № а200900109; заявл. 05.01.2009; опублік. 11.10.2010. Бюл. № 19.

56. Технологія виготовлення ортеза на колінний-гомілковостопний суглоби-стопу компенсуючого при вродженому недорозвитку нижньої кінцівки по типу розвантажувального ортеза на колінний-гомілковостопний суглоби-стопу: навчально-практичний посібник. Харків: УкрНДІпротезування, 2006. 52 с.

57. Актуалізація технологічної документації виробництва технічних засобів реабілітації індивідуального виготовлення з застосуванням сучасних конструкцій вузлів і матеріалів: науковий звіт. Харків: УкрНДІпротезування, 2017. 92 с.

58. Патент на винахід UA 123034 C2, МПК А61F5/01. Лікувально-тренувальний ортез на нижню кінцівку / П.О. Баєв та ін.; заявник – УкрНДІпротезування. № а201908709; заявл.19.07.2019; опублік. 03.02.2021. Бюл. № 5.

59. Патент на винахід UA 124655 C2, МПК А61F5/01. Спосіб виготовлення типорозмірних лікувально-тренувальних тест-ортезів на колінний суглоб та гомілковостопний суглоб-стопу / В.В. Півоваров, П.О. Баєв, С.В. Корнеєв; заявник – УкрНДІпротезування. №а202001278; заявл. 26.02.2020; опублік. 21.10.2021. Бюл. № 11.

60. Патент на винахід UA 93338 C2, МПК А61F5/01. Тазостегновий шарнір / Х.М. Віщенко та ін.; заявник – УкрНДІпротезування. № а201007249; заявл. 11.06.2010; опублік. 25.01.2011. Бюл. № 2.

61. Розробка методів і засобів реабілітації дітей з патологіями тазостегнового суглоба, які потребують його розвантаження: науковий звіт. Харків: УкрНДІпротезування, 2005. 144 с.

62. Патент на винахід UA 79359 C2, МПК А61F5/01. Ортез на всю ногу / Х.М. Віщенко та ін.; заявник – УкрНДІпротезування. № а200508925; заявл. 20.09.2005; опублік. 11.06.2007. Бюл. № 8.

63. Патент на винахід UA 77074 C2, МПК А61F5/01. Тазостегновий шарнір / Х.М. Віщенко та ін.; заявник – УкрНДІпротезування. № 20041008712; заявл.25.10.2004; опублік. 16.10.2006. Бюл. № 10.

64. Проведення досліджень, розробка програми реабілітації дітей із застосуванням нових конструкцій ортезів, що забезпечують еквівалентну ходьбу: науковий звіт. Харків: УкрНДІпротезування, 2014. 91 с.

65. Патент на винахід UA 82776 C2, МПК А61F5/01. Апарат для ходьби та стояння / В.В. Бублій та ін.; заявник – УкрНДІпротезування. № а200610144; заявл. 22.09.2006; опублік. 12.05.2008. Бюл. № 9.

66. Патент на винахід UA 112236 C2, МПК А61F5/01. Пристрій для тренування статодинамічних функцій / П.О. Баєв та ін.; заявник – УкрНДІпротезування. № а2001500486; заявл. 22.01.2015; опублік. 10.08.2016. Бюл. № 15.

67. Патент на винахід UA 116048 C2, МПК А61Н3/06. Пристрій для реабілітації пацієнтів з порушенням функцій ходьби / А.Д. Салєєва та ін.; заявник – УкрНДІпротезування. № а201606098; заявл. 06.06.2016; опублік. 25.01.2018. Бюл. № 2.

68. Патент на винахід UA 96508 C2, МПК А61В5/103. Спосіб розмітки гіпсових позитивів нижніх кінцівок / В.В. Півоваров та ін.; заявник –

УкрНДІпротезування. № а201003893; заявл.06.04.2010; опублік. 10.11.2011. Бюл. № 21.

69. Патент на винахід UA 53275 C2, МПК А61F2/64. Пристрій для розмітки осей колінних шарнірів / А.Д. Салєєва та ін.; заявник – УкрНДІпротезування. № 2002043198; заявл.18 04 2002; опублік.15.01.2003. Бюл. № 1.

70. Технологія виготовлення апарату на всю ногу з корсетом: навчально-практичний посібник. Харків: УкрНДІпротезування, 2006. 40 с.

71. Інтелектуальні технології в медичній діагностиці, лікуванні та реабілітації: монографія / С.В. Павлов та ін.; за ред. С.В. Павлова, О.Г. Авруніна. Вінниця: Едельвейс і К, 2019. 260 с.

72. Панченко О.А., Кабанцева А.В., Костін Д.О. Інформаційне забезпечення експрес-діагностики актуального стану пацієнтів. *Медико-психологічні та інформаційні аспекти реабілітації і абілітації людини:збірник наукових праць* / за заг. ред.заслуженого лікаря України, проф. О.А. Панченка. Київ: КВІЦ, 2020. С. 192–195.

73. Можливості 3D-контенту при фізичній реабілітації в дистанційному режимі / О.Г. Аврунін та ін. *Реабілітація та протезування/ортезування ХХІ століття. Проблематика, перспективи та міжнародні стандарти відновлення рухової активності: матеріали науково-практ. конф. з міжнародною участю*. Харків: УкрНДІпротезування, 2021. С. 143–145.

74. Особенности дистанционного осмотра пациента в условиях телемедицины / Я.В. Носова, С.А. Худаева, Н.О. Шушляпина, О.Г. Аврунин. *Медико-психологічні та інформаційні аспекти реабілітації і абілітації людини:зб. наук. праць наук.-практ. конф.* (20 жовтня 2020 р.) Костянтинівка, 2020. С. 156–157.

75. Селезнев И.С. Тымкович М.Ю., Костин Д.А. Разработка структурной схемы 3D-биопринтера с обратной связью. *Матеріали 23-го Міжнар. молодіжного форуму*. Т. 1. Харків: ХНУРЕ, 2019. С. 227–228.

76. Метод и средство исследования стопы человека / В.А. Рыбалка, Д.С.Конигов, Т.В. Носова, Т.В. Жемчужкина. *Авіація, промисловість, суспільство:І Всеукраїнська науково-практична конференція молодих вчених, курсантів та студентів*. Кременчук, 2018. С.202.

77. Жемчужкина Т.В., Носова Т.В. Статистический анализ электромиограмм. *Оптоелектронні інформаційні технології «Фотоніка ОДС – 2018»:збірник тез доповідей VI міжнародної науково-технічної конференції (2–4 жовтня 2018 р.)*. Вінниця: Едельвейс і К, 2018. С. 128–129.

78. Колесник Д.А., Носова Т.В., Жемчужкина Т.В. Обзор методов анализа ЭМГ для применения в активных протезах. *Матеріали 23 Міжнародного молодіжного форуму*. Т. 1. Харків: ХНУРЕ, 2019. С. 175–176.
79. Жемчужкина Т.В., Носова Т.В., Кривошея А.В. О возможностях электроэнцефалографии для оценки состояния опорно-двигательного аппарата. *Інформаційні технології: наука, техніка, технологія, освіта, здоров'я: тези доповідей XXVII міжнародної науково-практичної конференції MicroCAD-2019*. Харків, 2019. С.22.
80. Шпакович Ю.С., Носова Т.В., Жемчужкина Т.В. Биомедицинский электромиографический комплекс. *Прикладная радиоэлектроника. Состояние и перспективы развития: сборник научных трудов VI Международного радиоэлектронного форума*. Харьков, 2017. С. 30–32.
81. Аврунин О.Г., Жемчужкина Т.В., Носова Т.В. Автоматизированный анализ количественных показателей треморографических данных для наблюдения динамики тремора. *Восточно-Европейский журнал передовых технологий*. 2011. Т. 2. №. 2 (50).
82. Статистический анализ спектральных характеристик ЭМГ-сигнала с целью дифференцирования поясничных болей / Т.В. Жемчужкина и др. *Бионикаинтеллекта*. 2015. №2 (85). С. 105–108.
83. Zhemchuzhkina T.V., Nosova T.V., Pinaieva O.Y., Wójcik W., Tergeusizova A. Designing a biomedical electromyographic complex with a pain level control / W. Wójcik, S. Pavlov, M. Kalimoldayev (eds) *Information Technology in Medical Diagnostics II*. CRC Press, London, 2019, P. 229–235. URL: <https://doi.org/10.1201/9780429057618-27>.
84. Шпакович Ю.С., Жемчужкина Т.В., Носова Т.В. К вопросу о применимости методов анализа электромиографических сигналов. *Вісник Національного технічного університету «ХПИ»*. 2017. № 21 (1243). Р. 117–123. URL: <https://doi.org/10.20998/2411-0558.2017.21.10>.
85. Zhemchuzhkina T.V., Zlepko S.M., Nosova T.V., Semenets V.V., Kirichek O.V., Maciejewski M., Ormanbekova A. Application of EMG-signal phase portraits for differentiation of musculoskeletal system diseases. *Proc. SPIE 11176, Photonics Applications in Astronomy, Communications, Industry, and High-Energy Physics Experiments*. 2019. 1117632 (6 Nov. 2019). URL: <https://doi.org/10.1117/12.2537338>.
86. Топчий В. С., Жемчужкина Т.В., Носова Т.В. Статистический анализ показателей фазового портрета ЭМГ-сигнала с целью дифференцирования заболеваний опорно-двигательного аппарата. *Наукові нотатки: міжвузівський збірник*. Луцьк, 2018. Вип. 64. С. 217–222.

87. Носова Т.В., Жемчужкина Т.В., Семенец В.В. Автоматизированный контроль усталости мышц конечностей спортсменов. *Здоров'я нації і вдосконалення фізкультурно-спортивної освіти в Україні: тези доповіді 5-ї всеукраїнської науково-практичної конференції*. Харків, 2018. С. 130–132.
88. Носова Т.В., Жемчужкина Т.В., Радченко В.И. К вопросу моделирования электромиографического процесса. *Восточно-Европейский журнал передовых технологий*. 2008. Вып. 5/5 (35). С. 33–36.
89. Бых А.И., Жемчужкина Т.В., Носова Т.В. Поиск информативных количественных показателей электромиографического сигнала. Сообщение 1. *Бионика интеллекта*. 2007. Т. 1 (66). С. 118–125.
90. Анализ электромиографического сигнала для контроля усталости мышц в режиме реального времени / В.С.Чумак, Е.А. Чугуй, Т.В.Носова, Т.В.Жемчужкина. *Матеріали 23-го Міжнар. молодіжного форуму*. Т.1. Харків: ХНУРЕ, 2019. С. 24–244.
91. Топчий В.С., Жемчужкина Т.В., Носова Т.В. Компьютерная система анализа состояния опорно-двигательного аппарата на основе фазовых портретов ЭМГ. *Физические процессы и поля технических и биологических объектов: материалы XVI Междунар. науч.-техн. конф.* (3–5 ноября 2017 г.). Кременчуг: КрНУ, 2017. С. 87–89.
92. Носова Т.В., Письменецкий В.А., Семенец В.В. Моделирование биомеханических сигналов нижних конечностей. *Радиоэлектроника и информатика*. 2003. № 1 (22). С. 122–124.
93. Носова Т.В. Некоторые аспекты автоматизированной обработки плантографических данных. *Прикладная радиоэлектроника: науч.-техн. журн.* Харьков: ХНУРЭ, 2008. Т. 7. № 4. С. 362–366.
94. Малахова О.Ю., Носова Т.В., Жемчужкіна Т.В. Про необхідність розробки системи діагностики опорно-рухового апарату. *Інформаційні технології: наука, техніка, технологія, освіта, здоров'я: тези доповідей XXVIII міжнар. науково-практичної конференції MicroCAD-2020*(28–30 жовтня 2020 р.): у 5 ч. / за ред. проф. Є.І. Сокола. Харків: НТУ «ХПІ», 2020. Ч. II. С. 354.
95. Досвід організації в Україні системи підготовки фахівців з протезування та ортезування за сучасними міжнародними стандартами / О.Г. Аврунін та ін. *Реабілітація та протезування/ортезування XXI століття. Проблематика, перспективи та міжнародні стандарти відновлення рухової активності: матеріали науково-практ. конф. з міжнародною участю*. Харків: УкрНДІпротезування, 2021. С. 54–57.

96. Аврунін О.Г. Співробітництво між Харківським національним університетом радіоелектроніки та УкрНДІпротезування з підготовки фахівців з вищою освітою для протезної галузі. *Досягнення та перспективи реабілітації, підвищення функціональних можливостей і якості життя осіб з ураженнями опорно-рухової системи: зб. наук. праць за матеріалами наук.-техн. конф.* Харків: УкрНДІпротезування, 2017. С. 101–104.

97. Experience of the organization in Ukraine of the system of training of specialists for prosthetic industry according to international standards / V.Semenets, A.Salieieva, O.Avrudin, V.Grishchenko, I.Karpenko, I.Solntseva. *New Collegium*. 2021. No. 1(103). P. 19–28. URL: <https://doi.org/10.30837/nc.2021.1.19>.

Навчальне видання

САЛЄЄВА Антоніна Денисівна
СЕМЕНЕЦЬ Валерій Васильович
АВРУНІН Олег Григорович
БАЄВ Павло Олександрович
ПІВОВАРОВ Віктор Володимирович
КОРНЄЄВ Сергій Вікторович
КАРПЕНКО Ігор Валентинович

КОНСТРУЮВАННЯ ТА ТЕХНОЛОГІЇ ВИГОТОВЛЕННЯ ОРТЕЗІВ НА НИЖНІ КІНЦІВКИ

Навчальний посібник

Рецензенти:

О.К. Попсуйшапка – д-р мед. наук, професор, професор кафедри травматології і ортопедії Харківської медичної академії післядипломної освіти;
В.Г. Петров – канд. мед. наук, лікар ортопед-травматолог ТОВ «Виробниче протезно-ортопедичне підприємство “Опора-Плюс”».

Відповідальний випусковий В.В. Семенець
Редактор Л.В. Кузьміна
Комп’ютерна верстка Л.Ю. Светайло

План 2022 (перше півріччя), поз. 10.

Підп. до друку 24.12.21. Формат 60x84^{1/16}. Спосіб друку – ризографія.
Умов. друк. арк. 20,9. Облік. вид. арк. 18,6. Тираж 75 прим.
Ціна договірна. Зам № 1-10.

ХНУРЕ. Україна. 61166, Харків, просп. Науки, 14

Віддруковано в редакційно-видавничому відділі ХНУРЕ
61166, Харків, просп. Науки, 14