

В ПОМОЩЬ ПРАКТИКУЮЩЕМУ ВРАЧУ

УДК 616.728.3-009.12-089.2-053.2:615.477](045)

DOI: <http://dx.doi.org/10.15674/0030-59872019287-92>

Ортезы для динамической разработки контрактур коленных суставов у детей

П. А. Баев, В. В. Пивоваров, С. В. Корнеев, В. Г. Петров

УкрНИИ протезирования, протезостроения и восстановления трудоспособности, Харьков

Conservative treatment of knee joint contractures with dynamic orthoses (DO) is an important step in rehabilitation of children with pathologies of the musculoskeletal system. Objective: To determine the possibility of using DO on knee-ankle joint (foot) with pneumatic cylinders and knee joints with a flat spiral spring for conservative treatment of contractures of knee joints in children. Methods: 7 children completed a course of rehabilitation treatment with new designs of DO (with knee joints with a flat spiral spring or pneumatic cylinders) for flexion contractures of knee joints with the background of neurological diseases. The feature of DO with a flat spiral spring is the ability to perform dynamic linear correction of flexion/extension contractures of knee joints. The use of hinges allows the use of a constant correction force, which is created using a selected individually adjustable flat spiral spring, over a long period. DO with pneumatic cylinders allow to carry out dynamic correction of the flexion contractures of the knee joint with a linear force that depends on the gas pressure in the pneumatic cylinder and usually decreases by 30% in case of complete compression of the latter. Results: The testing of the proposed DO confirmed the effectiveness of their use and the expediency of introduction of new designs of orthopedic products at Ukrainian industrial enterprises. Conclusions: Conservative treatment with new designs of DO for stretching of knee joint contractures in children is a sufficiently effective means of eliminating the pathological position of the joint and restoring a significant amount of movement in it. The designed constructions of DO will allow an individual approach to each patient, depending on the nature of the disease, its severity and the anatomical features of the child. Key words: contractures, knee joint, dynamic stretching, orthotics, designs, knee joints.

Консервативне лікування контрактур колінних суглобів за допомогою динамічних ортезів (ДО) є важливим етапом в реабілітації дітей із патологією опорно-рухової системи. Мета: визначити можливості використання ДО на колінний — над'яtkово-гомільковий суглоби (стопу) з пневмоциліндрами та колінними шарнірами з плоскою спіральною пружиною для консервативного лікування контрактур колінних суглобів у дітей. Методи: пройшли курс реабілітаційного лікування зі забезпечення новими конструкціями ДО (із колінними шарнірами з плоскою спіральною пружиною або з пневмоциліндрами) 7 дітей зі згинальними контрактурами колінних суглобів на фоні неврологічних захворювань. Особливістю ДО з плоскою спіральною пружиною є можливість здійснювати динамічну лінійну корекцію згинальних/розгинальних контрактур колінних суглобів. Використання шарнірів дає змогу застосовувати постійну коригувальну силу, яка створюється за допомогою підібраної індивідуально регульованої плоскої спіральної пружини, протягом тривалого періоду. ДО з пневмоциліндрами дозволяють здійснювати динамічну корекцію згинальних контрактур колінного суглоба з лінійною силою, яка залежить від газового тиску в пневмоциліндрі та, зазвичай, збільшується на 30 % у разі повного стиснення останнього. Результати: апробація запропонованих ДО підтвердила ефективність їхнього використання та доцільність упровадження нових конструкцій ортопедичних виробів на протезних підприємствах України. Висновки: консервативне лікування за допомогою нових конструкцій ДО для розробки контрактур колінних суглобів у дітей — досить ефективний засіб усунення патологічного становлення суглоба та відновлення в ньому значного обсягу рухів. Розроблені конструкції ДО дозволяють здійснювати індивідуальний підхід до кожного пацієнта залежно від характеру захворювання, його тяжкості й анатомічних особливостей дитини. Ключові слова: контрактури, колінний суглоб, динамічне розроблення, ортезування, конструкції, колінні шарніри.

Ключевые слова: контрактуры, коленный сустав, динамическая разработка, ортезирование, конструкции, коленные шарниры

Введение

Контрактуры — резкое ограничение подвижности сустава вследствие патологических изменений мягких тканей, функционально связанных с ним [1].

Различные по этиологии заболевания вызывают похожие патофизиологические состояния, взаимосвязанные иммобилизацией, мышечной слабостью или спастичностью [2]. Контрактуры могут быть предотвращены или уменьшены путем растяжения тканей, которое помогает сохранять или последовательно увеличивать количество основных компонентов мышечного волокна, обеспечивающих его нормальное сокращение и, следовательно, упругость [3–5]. В спастической мышце, например, при детском церебральном параличе (ДЦП), объем волокнистой соединительной ткани чрезмерный [6]. Если соединительную ткань удерживать под постоянным напряжением, она постепенно расслабляется, что приводит к потере напряжения [7]. Таким образом, методика статического устранения контрактур, при которой ортез удерживает коленный сустав в фиксированном положении, теряет эффективность через относительно небольшой период времени. Принцип растяжения (удлинения) соединительной ткани под влиянием постоянного напряжения используется при динамическом воздействии на контрактуру коленного сустава с помощью ортезов статических и динамических.

Цель ортезирования состоит в том, чтобы по возможности устранить патологическую установку коленного сустава, обеспечить в нем полный объем движений и опороспособность конечности ребенка, препятствовать прогрессированию контрактуры и уменьшить или исключить необходимость хирургического вмешательства [8].

Таким образом, консервативное лечение контрактур коленных суставов с помощью динамических ортезов является важным этапом в реабилитации детей с патологией опорно-двигательной системы.

Цель работы: определить возможности использования динамических ортезов на коленный и голеностопный суставы (стопу) с пневмоцилиндрами и коленными шарнирами с плоской спиральной пружиной для консервативного лечения контрактур коленных суставов у детей.

Материал и методы

В клинике УкрНИИпротезирования, прошли курс реабилитационного лечения с обеспечением новыми конструкциями динамических ортезов 7 де-

тей со сгибательными контрактурами коленных суставов на фоне неврологических заболеваний.

Исследование одобрено комитетом по биоэтике (протокол № 7 от 11.12.2014) Ортезы для каждого ребенка были изготовлены как реабилитационное техническое средство, эксплуатационные характеристики и надежность, которых оценивали на протяжении всего срока эксплуатации. Время пользования ортезами составило от 4 до 12 мес. (в среднем 7,7 мес.).

Обследование больных и измерение величины контрактур коленных суставов производили до и после ортезирования.

Результаты и их обсуждение

В результате научно-технической работы, проведенной в УкрНИИпротезирования, были разработаны конструкции ортезов на коленный и голеностопный суставы (стопу) для динамической разработки контрактур коленных суставов у детей (патент № 117529 UA) [9].

Ортез, изображенный на рис. 1, а, состоит из гильзы стопы 1, голени 2 и бедра 3, изготовленных из термопласта методом вакуумного термоформования по индивидуальной гипсовой модели. В его состав также входят два коленных шарнира с регулируемой плоской спиральной пружиной с шинами 4 и два голеностопных шарнира с пружинами двухстороннего действия 5. Голеностопные шарниры 5 соединяются с гильзами голени 2 и стопы 1 с помощью системных шин голени 6 и шин-лапок 7. Ортез фиксируют на ноге с помощью элементов крепления 8, состоящих из рамки 9 и ремешка 10. Элементы крепления 9, 10 фиксируют на гильзах ортеза с помощью заклепок «холнитен» 11. Шины шарниров 4, 5 присоединены к гильзам ортеза с помощью винтов 12. В гильзах голени, бедра и стопы имеются мягкие вкладыши 13, которые могут быть изготовлены из педилина или специальной плюшевой ткани.

Особенностью конструкции ортеза являются коленные шарниры с регулируемой плоской спиральной пружиной, которые позволяют осуществлять динамическую коррекцию сгибательных/разгибательных контрактур коленных суставов. Конструкция шарниров позволяет применять постоянную корригирующую силу в течение достаточно продолжительного периода (6–24 ч). Корригирующая сила создается посредством регулируемой плоской спиральной пружины, которую подбирают индивидуально так, чтобы не достичь болевого порога, особенно при сгибательной контрактуре [8].

В зависимости от тяжести контрактуры, наличия деформаций коленного сустава и веса пациента конструкция ортеза может включать в себя два коленных шарнира или один, устанавливаемый, как правило, с наружной стороны ортеза (рис. 2). Для удобства надевания ортеза коленные шарниры могут быть зафиксированы под углом сгибания 90°.

Наличие функциональных голеностопных шарниров позволяет осуществлять ходьбу в ортезе с рисунком, приближенным к физиологически правильному. Кроме того, при необходимости, благодаря функциональным голеностопным шарнирам стопу можно зафиксировать в нужном выгодном положении, например, в эквинусе, для более эффективной разработки контрактуры коленного сустава нижней конечности.

На рисунке 1, б изображена следующая конструкция динамического ортеза, ее особенностью является наличие в нем пневмоцилиндра, ко-

торый позволяет осуществлять динамическую коррекцию сгибательной контрактуры коленного сустава (рис. 3) [11]. Этот ортез может быть изготовлен как с одним пневмоцилиндром, так и с двумя, в зависимости от технической возможности. На данное изобретение нами получен патент № 117169 UA [10].

Функции голеностопных шарниров аналогичны описанным выше.

Линейная сила коррекции сгибательной контрактуры, произведенная пневмоцилиндром зависит от газового давления (установленная величина) и обычно увеличивается на 30 % при полном сжатии. Пневмоцилиндр выбирают, исходя из необходимого разгибающего усилия, заданного лечащим врачом. Кроме того, можно изменять крутящий момент, произведенный ортезом, меняя места крепления пневмоцилиндра относительно звеньев шин бедра и голени.

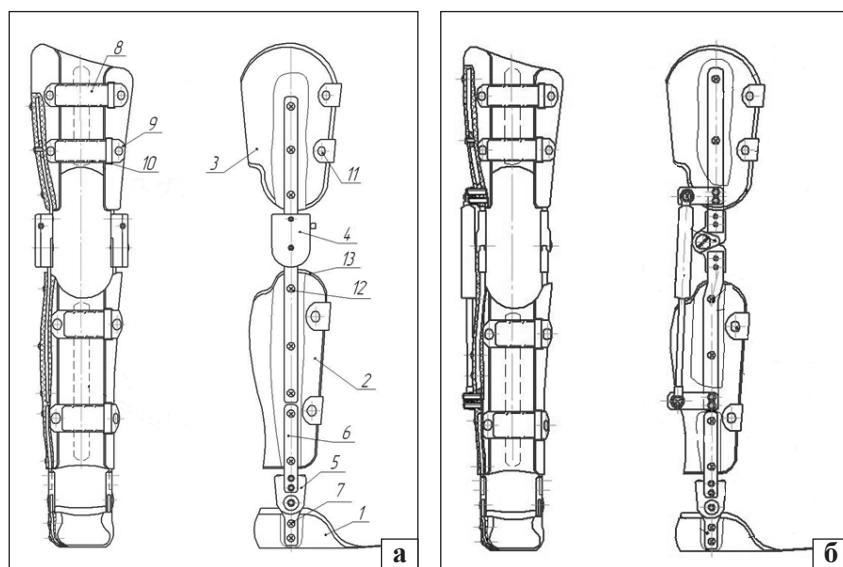


Рис. 1. Конструкции динамических ортезов на коленный и голеностопный суставы (стопа): а) с коленными шарнирами, регулирующими плоскими спиральными пружинами; б) с пневмоцилиндром

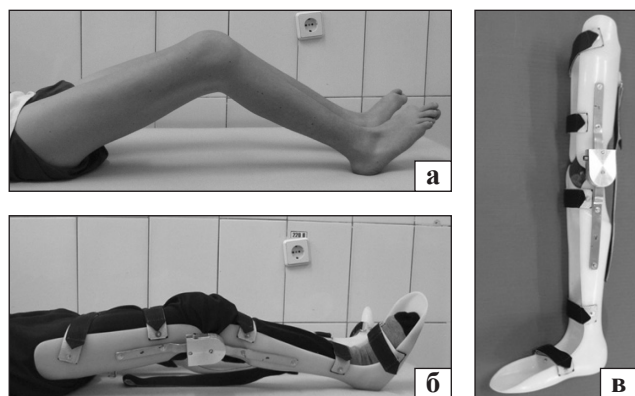


Рис. 2. Применение динамического ортеза с шарнирами с регулируемой плоской спиральной пружиной для консервативного лечения сгибательной контрактуры коленного сустава: а) ребенок без ортеза, б) в ортезе, в) общий вид ортеза

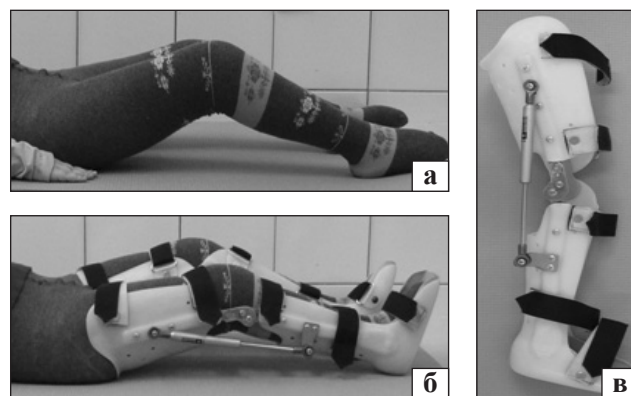


Рис. 3. Применение динамического ортеза с пневмоцилиндрами для консервативного лечения сгибательных контрактур коленных суставов у ребенка: а) без ортеза, б) в ортезе, в) общий вид ортеза

Таблица

**Результаты консервативного лечения сгибательных контрактур коленных суставов
с помощью динамических ортезов у детей**

Возраст (годы), пол	Диагноз	Динамический ортез			Величина сгибательных контрактур коленных суставов (правый/левый), град.		
		конструкция	количество	время эксплуатации, мес.	до ортезирования	после ортезирования	уменьшение контрактур
5, м	СМА*, II тип; вялый тетрапарез; сгибательные контрактуры в коленных суставах; плоско- вальгусная деформация стоп	С шарнирными коленными шинами и пневмо- цилиндром	2	7,5	25/22	15/11	10/11
9, ж	СМА*, II тип; нижняя параплегия; сгибательные контрактуры в коленных суставах; эквино-варусная установка стоп	С шарнирными коленными шинами и пневмо- цилиндром	2	7,5	23/30	13/14	10/16
16, м	ДЦП; верхний парапарез; нижняя параплегия; сгибательные контрактуры в коленных суставах	С шарнирными коленными шинами и двумя спиральными пружинами	2	12	31/27	16/7	15/20
13, ж	СМА*, II тип; тетраплегия; сгибательные контрактуры в коленных суставах; эквиноварусная установка стоп	С шарнирными коленными шинами и пневмо- цилиндром	2	9	30/33	15/15	15/18
16, м	Хроническая почечная недостаточность; метаболические сгибательные контрактуры в коленных суставах	С шарнирными коленными шинами и двумя пневмо- цилиндрами	2	10	40/50	20/23	20/27
6, м	СМА*, II тип; сгибательные контрактуры в коленных суставах; вальгусная деформация обеих голеней; эквинусная установка стоп	С шарнирными коленными шинами и двумя пневмо- цилиндрами	2	11	10/14	2/6	8/8
13, ж	ДЦП; спастическая диплегия; сгибательные контрактуры в коленных суставах	С шарнирными коленными шинами и одной спиральной пружиной	2	12	19/17	8/6	11/11

* Сгибательная мышечная атрофия

Динамические ортезы с пневмоцилиндрами хорошо показали себя при консервативном лечении сгибательных контрактур коленных суставов. Кроме того, эту конструкцию ортезов можно использовать как вспомогательное средство при ходьбе для пациентов, которые вследствие слабости мышц не могут самостоятельно замыкать коленный сустав в фазу опоры. В этих случаях пневмоцилиндры могут быть использованы в качестве фиксаторов коленного сустава в фазе опоры и голенооткидывателей в фазе переноса.

Принцип действия динамической разработки контрактуры коленного сустава заключается в длительности постоянного сгибания/разгибания с целью достижения максимального объема движения в коленном суставе.

Биомеханика динамической разработки основана на нейромышечном эффекте, при котором постоянная корригирующая сила противодействует спастическому моменту сгибания/разгибания. Если мышечное напряжение ослабевает, это приводит к большему растяжению тканей

коленного сустава. Вследствие регулярного растяжения мускулатуры увеличивается объем движения в целом. Спастическое повышение тонуса заметно сокращается во время эксплуатации динамических ортезов в сравнении со статистическими (со щадящей мобилизацией коленных суставов) [12].

В процессе разработки, изготовления и использования новых конструкций динамических ортезов для консервативного лечения контрактур коленных суставов учитывали известные механизмы их действия — корригирующий, компенсирующий, комбинированный [13].

Наблюдение за пациентами проводили в период от 4 до 18 мес. с начала эксплуатации ортезов. В среднем их использовали по 14–16 ч в сутки с перерывами для проведения ежедневной лечебной физической культуры, массажа и физиотерапии.

Установлено уменьшение сгибательной контрактуры в коленном суставе у двух детей (возраст 5 и 9 лет) от 25°–30° до 11°–15° за 7,5 мес. эксплуатации ортезов. У мальчика (16 лет) за год лечения динамическими ортезами сгибательная контрактура коленных суставов уменьшилась на 16°–20° — от 27°–31° до 7°–15°. Еще у одного больного (13 лет) уменьшение величины сгибательных контрактур коленных суставов составило 15°–18° — от 30°–33° в начале лечения до 15° по прошествии 9 мес. Пациент (16 лет) с хронической почечной недостаточностью был обеспечен двумя динамическими ортезами. В течение 10 мес. ему удалось уменьшить сгибательные контрактуры коленных суставов с 40°–50° до 20°–23° с дальнейшей позитивной динамикой. Мальчику (6 лет) удалось уменьшить сгибательные контрактуры коленных суставов на 8° за 11 мес. эксплуатации ортезов. У пациентки (13 лет) сгибательные контрактуры уменьшились в среднем на 11° за 12 мес. Данные о пациентах и результаты консервативного лечения контрактур представлены в таблице.

Анализ применения динамических ортезов, обеспечивающих постоянное растягивающее усилие у детей, показал их достаточную эффективность и надежность в системе комплексного консервативного лечения контрактур коленных суставов.

Выводы

Консервативное лечение с помощью новых конструкций динамических ортезов для разработки контрактур коленных суставов у детей — достаточно эффективное средство устранения патологической установки сустава и увеличения в нем объема движений.

Разработанные конструкции динамических ортезов качественно расширят номенклатуру детских ортезов на нижние конечности и позволят лечащим врачам осуществлять дифференцированный подход к каждому пациенту в зависимости от характера заболевания, его тяжести и анатомических особенностей ребенка.

Конфликт интересов. Авторы декларируют отсутствие конфликта интересов.

Список литературы

1. Большая медицинская энциклопедия : в 36 т. / гл. ред. А. Н. Бакулева. — 2-е изд. — М. : Медгиз, 1956–1964. — Т. 13, 1959. — С. 903–917.
2. Farmer S. E. Contractures in orthopedic and neurological conditions: a review of causes and treatment / S. E. Farmer, M. James // *Disability and Rehabilitation*. — 2001. — Vol. 23 (13). — P. 549–558. — DOI: 10.1080/09638280010029930.
3. Williams P. E. Use of intermittent stretch in the prevention of serial sarcomere loss in immobilised muscle / P. E. Williams // *Annals of the Rheumatic Diseases*. — 1990. — Vol. 49 (5). — P. 316–317. — DOI: 10.1136/ard.49.5.316.
4. Warren C. G. Heat and stretch procedures: an evaluation using tail tendon / C. G. Warren, J. F. Lehmann, N. Koblanski // *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*. — 1976. — Vol. 57 (3). — P. 122–126.
5. The importance of stretch and contractile activity in the prevention of connective tissue accumulation in muscle / P. E. Williams, T. Catanese, E. G. Lucey, G. Goldspink // *Journal of Anatomy*. — 1988. — Vol. 158. — P. 109–114.
6. Booth C. M. Collagen accumulation in muscles of children with cerebral palsy and correlation with severe spasticity / C. M. Booth, M. J. Cortina-Borja, T. N. Theologis // *Developmental Medicine & Child Neurology*. — 2001. — Vol. 43 (5). — P. 314–320. — DOI: 10.1111/j.1469-8749.2001.tb00211.x.
7. Alter M. J. Connective tissue: a limiting factor of flexibility / M. J. Alter // *Science of flexibility*. — 2nd ed. — Leeds: Human Kinetics, 1996. — P. 39–58.
8. Ultraflex Europe. Training manual. Dirame Ortho. — Brussels, Belgium: Ultraflex Systems Inc, 2000.
9. Пат. 117529 UA, МПК A61F 5/04(2006.01), A61F 5/01(2006.01), A61F 2/64(2006.01). Колінний шарнір для ортезів на нижні кінцівки / С. В. Корнєєв, В. В. Півоваров, П. О. Басєв [та ін.] ; заявник і патентовласник Український НДІ протезування, протезобудування та відновлення працездатності. — № а201613153 ; заявл. 22.12.2016 ; опубл. 10.08.2018 ; Бюл. № 15.
10. Пат.117169 UA, МПК A61F 5/01(2006.01), A61F 2/64(2006.01), A61F 2/74(2006.01), A61H 1/02(2006.01). Колінний шарнір для ортезів на нижні кінцівки / П. О.Басєв, В. В. Півоваров, С. В. Корнєєв [та ін.] ; заявник і патентовласник Український НДІ протезування, протезобудування та відновлення працездатності. — № 201609664 ; заявл. 19.09.2016 ; опубл. 25.06.2018 ; Бюл. № 12.
11. ORLAU Manual. The contracture correction device for treatment of knees. — UK ORLAU Publishing Ltd, 2003.
12. Dynamic orthoses in the management of joint contracture / S. E. Farmer, P. J. Woollam, J. H. Patrick [et al.] // *The Journal of Bone and Joint Surgery*. British volume. — 2005. — Vol. 87-B (3). — P. 291–295. — DOI: 10.1302/0301-620x.87b3.15445.
13. Lunsford T. R. Orthotic Prescription. Atlas of orthoses and assistive devices / T. R. Lunsford, J. M. Wallace. — 3rd ed. — Mosby-Year Book. Inc, 1997. — P. 1–14.

ORTHOSES FOR DYNAMIC STRETCHING OF CONTRACTURES OF KNEE JOINTS IN CHILDREN

P. A. Bayev, V. V. Pivovarov, S. V. Korneyev, V. G. Petrov

Ukrainian Research Institute of Prosthetics, Prosthesis Making and Working Capacity Restoration, Kharkiv

✉ Pavel Bayev: pavel_1978@ukr.net

✉ Viktor Pivovarov: risp@ukrpost.net

✉ Sergey Korneyev: risp@ukrpost.net

✉ Vladymyr Petrov, PhD in Traumatology and Orthopaedics: risp@ukrpost.net

ВНИМАНИЮ АВТОРОВ

В связи с тем, что журнал внесен в Перечень научных специализированных изданий, в которых могут публиковаться результаты диссертационных работ, обращаем ваше внимание на необходимость указывать на титульном листе статьи на трех языках (рус., укр., англ.) следующие сведения: 1) фамилию, имя, отчество; 2) название статьи; 3) официальное название учреждения и отдела (кафедры, лаборатории), в котором выполнена работа. Фамилия автора и учреждение, в котором он(она) работает, должны сопровождаться одним цифровым индексом.

Кроме того, на отдельном листе просим предоставить сведения о каждом из авторов: 1) фамилию, имя и отчество; 2) должность; 3) полный почтовый служебный адрес и e-mail; 4) номер служебного телефона и факса. Необходимо указать контактное лицо.

При подготовке статьи следует соблюдать правила для авторов, публикуемые в журнале и на сайте otp-journal.com.ua.