

УДК 617.57/.58:616.8]-053.2-08:615.477.2-036Термосил

Использование ортезов из силиконового материала в реабилитации детей с ортопедическими проявлениями неврологических заболеваний

И. О. Хмелевская, И. Л. Солнцева, И. Н. Чернышова, А. А. Луковенко, О. Н. Литвиненко

Украинский НИИ протезирования, протезостроения и восстановления трудоспособности, Харьков

In this work its authors demonstrated use of elastic orthoses made of Thermosil silicone material in rehabilitation of children with a pathological setting of extremities owing to orthopedic-neurological diseases. Variants of designs of Thermosil orthoses for different types of pathologies are given. The article contains results of clinical and biomechanical examinations of patients with neurological diseases; these examinations revealed improvements in the weight-bearing capacity and stability of impaired extremities and in the walking pattern, as well as correction of a pathological setting of extremities, decrease of spasticity of muscles in the upper and lower extremities and performance of the supporting function in case of weakened muscles.

У роботі автори показали використання еластичних ортезів із силиконового матеріалу «Термосил» у реабілітації дітей з патологічною установкою кінцівок внаслідок ортопедо-неврологічних захворювань. Наведено варіанти конструкцій ортезів із «Термосилу» для різних видів патологій. Представлені результати клінічних і біомеханічних досліджень пацієнтів з неврологічними захворюваннями, які показали поліпшення опороспроможності й підкосостійкості уражених кінцівок і малюнка ходьби, а також коригування патологічної установки кінцівки, зменшення спастичності м'язів верхніх і нижніх кінцівок та виконання підтримувальної функції в разі ослаблених м'язів.

Ключевые слова: эластичные ортезы, патологические установки конечностей, «Термосил»

Введение

Проблема интеграции инвалидов в общество остро стоит в мировой практике реабилитации пациентов. В значительной мере это относится к детям с такими неврологическими заболеваниями, как церебральный паралич, последствия травм и воспалительных процессов центральной и периферической нервной системы.

Следствием таких заболеваний являются ограничение движения и патологические установки конечностей из-за нарушения мышечного тонуса, что препятствует передвижению, самообслуживанию и адаптации такого контингента больных.

Успешная реабилитация больных с неврологическими заболеваниями возможна только при комплексном подходе, включающем медикаментозное лечение, физиотерапевтические процедуры, лечебную физкультуру и, как неотъемлемую составляющую, индивидуальное ортезирование. Задачей

последнего является поддержка ослабленных или активация сохранных мышц путем пассивного (позиционного) или активного (тягового) замещения функции парализованных мышц-антагонистов. Для этого применяют два основных типа ортезов: – фиксирующие, которые удерживают пораженную конечность в заданном скорректированном положении; – функциональные, которые восстанавливают опороспособность и подкосоустойчивость пораженной нижней конечности, улучшают двигательные возможности верхней, осуществляют коррекцию патологических установок, устранение и профилактику контрактур, стабилизацию капсульно-связочного аппарата суставов.

До недавнего времени с этой целью применяли ортезные системы (бесшарнирные и шарнирные) из жестких материалов (термопластичные листовые материалы, слоистые пластики, полимерные

бинты и др.). Однако функциональное применение жестких ортезов в течение всего дня значительно ограничено. Кроме того, для нижних конечностей они громоздки, некосметичны, требуют использования специальной обуви. При длительном контакте кожных покровов конечности с твердой поверхностью ортеза в режиме постоянного давления могут возникать трофические нарушения мягких тканей (потертости, натоптыши и ороговелости). Все это вызывает стойкое негативное отношение детей к ортезу, нежелание его носить, что отражается на результатах лечения. Альтернативой может быть использование эластичных материалов для изготовления ортезных систем, предназначенных для детей, страдающих неврологическими заболеваниями с контрактурами конечностей.

В последние годы в УкрНИИ протезирования разрабатывают конструкции и технологии изготовления средств реабилитации из эластичных материалов, в частности из силиконовой резиновой смеси «Термосил» [1]. Этот материал отечественного производства, представляющий собой сырую (невулканизированную) резиновую смесь, которая после вулканизации и термообработки приобретает все свойства резин, разработан специально для нужд отрасли протезостроения [3] и разрешен МЗ Украины для использования. Накоплен пятилетний положительный опыт эксплуатации ортезов из «Термосила» пациентами с патологией «отвисающая» стопа. Расширение марок «Термосила» по показателю «твердость» позволило применить его в конструкциях ортезов для детей с патологическими установками нижних и верхних конечностей вследствие ортопедо-неврологических заболеваний.

Преимущество материала «Термосил» обусловлено его природой и комплексом свойств, существенно отличающихся от свойств жестких материалов, применяемых в протезостроении.

«Термосил», относящийся к классу силиконовых резин, обладает всеми характерными для них свойствами: прочностью, деформативностью, упругостью, способностью восстанавливать первоначальные размеры и свойства после снятия деформирующей нагрузки. В отличие от жестких материалов в резинах реализуются растягивающе-сжимающие усилия, что обеспечивает сочетание эластичности и упругости (жесткости) в изделии.

Если в ортезах из жестких материалов на конечность действуют в основном нормальные (перпендикулярно направленные) усилия, то в эластичных ортезах, в частности из «Термосила», при тотальном контакте ортеза с конечностью силы сжатия действуют по окружности вокруг стопы, голеностопного

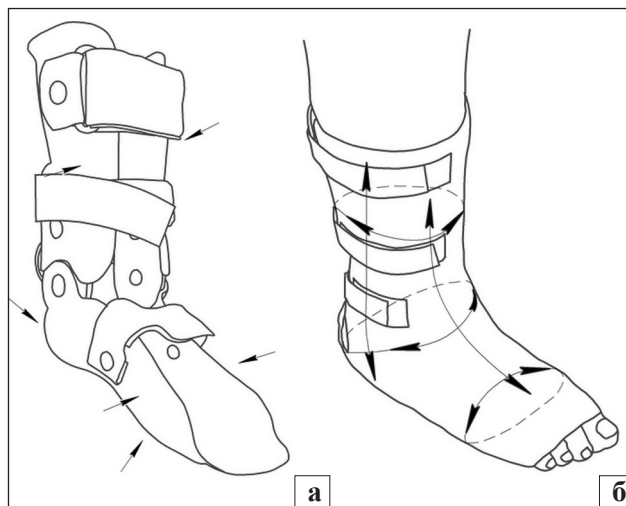


Рис. 1. Схема действия усилий, воздействующих на конечность в ортезах: а) из жесткого, б) из силиконового материала

сустава и голени (рис. 1). Кроме того, в изделии реализуются возвратно-поступательные усилия (растяжение-сжатие), что позволяет сохранить подвижность в суставе, подошвенное и тыльное сгибание. Благодаря такому воздействию мышцы пациента находятся в активном состоянии, что положительно влияет на процесс реабилитации.

Еще одним положительным свойством силиконовых материалов, в том числе и «Термосила», является прилипание к коже, отсутствие скольжения, что обеспечивает в тотально-контактных ортезах полное их соединение с конечностью, образуя единое целое.

«Термосил» имеет несколько модификаций (марок) с достаточно широким диапазоном показателя твердости по Шору (от 15 до 55 у. е.), которые хорошо соединяются друг с другом при формовании изделия. Это позволяет дифференцировать твердость (жесткость) по поверхности одного изделия: использовать более твердые марки «Термосила» в местах, где необходима фиксация сегмента конечности, и более мягкие для обеспечения подвижности.

Цель работы: анализ результатов использования ортезов из эластичных материалов в реабилитации детей с патологической установкой конечностей вследствие неврологических заболеваний.

Материал и методы

Проведено клиническое обследование 22 пациентов в возрасте от 2 до 16 лет с патологическими установками верхних или нижних конечностей вследствие поражения центральной или периферической нервной системы. Их разделили на три группы: — с патологическими установками нижних конечностей в результате вялого или спастического пареза (12 человек);

Таблица 1. Распределение пациентов по локализации и виду пареза

Вид пареза	Локализация пареза, конечности		
	нижние	нижние и верхние (гемипарез)	верхние
Спастический	6	2	5
Вялый	6	—	3
Всего	12	2	8

- с патологическими установками верхних конечностей в результате вялого или спастического пареза (8);
- с патологическими установками нижней и верхней конечности в результате спастического гемипареза (2).

Распределение пациентов по локализации и виду пареза представлено в табл. 1.

Пациенты с паралитическими поражениями нижних конечностей, как правило, имели вальгусную или варусную ориентацию стопы (9) в сочетании с укорочением нижней конечности (4), а также приведение переднего отдела стопы (3). Среди нарушений анатомии коленного сустава установлена рекурвация (1) и нестабильность (1). У пациентов с патологическими установками нижних конечностей вследствие спастических парезов спастичность мышц была не более 1–2 баллов по шкале Ashworth. Больные с вялым (периферическим) параличом имели силу мышц парализованной конечности не менее 3–4 баллов (тест Lowett).

У пациентов с патологическими установками верхних конечностей обнаружены спастическая пронационная постановка верхней конечности (5 человек) и вялый парез со сгибательной установкой кисти (3). Последняя была связана с нейропатией (посттравматической, инфекционной) периферических нервов, вялым парезом кисти. Сочетание пронационной установки предплечья и сгибательной кисти наблюдали при спастическом (центральном) парезе и травме плечевого сплетения, что часто сопровождалось приведением первого пальца кисти, гипотрофией *thenar*.

Часть пациентов (5) ранее были обеспечены жесткими ортезными системами на нижние конечности, при эксплуатации которых они жаловались на ограничение функции передвижения. Маленькие дети (от 2 до 5 лет), которые составляли около 50 % от общего количества обследованных, категорически отказывались от пользования ортезом из-за ограничения возможности при играх и самообслуживании.

Для оценки результатов апробации эластичных ортезов из смеси «Термосил» в реабилитации па-

циентов с патологическими установками нижних и верхних конечностей вследствие неврологических заболеваний использовали клинические, клинико-функциональные (тестирование), биомеханические методы исследования до ортезирования и в ортезе. Срок наблюдения составил 3–12 мес.

Клиническое обследование пациентов включало сбор анамнеза, осмотр, пальпацию, измерение размеров конечностей, определение объемов активных и пассивных движений в суставах. Степень спастичности мышц определяли по шкале Ashworth [5]. Силу мышц верхних и нижних конечностей оценивали по четырехбалльному тесту Lowett [5].

Для исследования функциональных возможностей больных с патологической установкой верхних конечностей (сгибательная установка кисти, пронационная установка предплечья) и для определения способности выполнения действий руками применяли «Классификационную систему MACS» [6].

С целью уточнения уровня компенсации двигательной активности верхних конечностей выполняли клиническую оценку эффективности реабилитации больных с параличами верхних конечностей по Л. Д. Потехину (1989) [5].

Оценку двигательных возможностей в ортезе и без него для пациентов с патологией нижних конечностей проводили, используя «Оценку двигательных функций» по критерию «стояние и ходьба» [2].

Биомеханические исследования опороспособности и устойчивости при стоянии, пространственных, временных и кинетических характеристик ходьбы пациентов проведены с помощью аппаратно-программного базометрического комплекса, динамометрической тензодорожки и аппаратно-программного телеметрического комплекса, используя методики базометрии, стабилотметрии, динамометрии и электроподографии.

Результаты и их обсуждения

В УкрНИИ протезирования разработано несколько конструкций ортезов из «Термосила» на верхние и нижние конечности для детей с ортопедо-неврологическими заболеваниями, которые на данный момент проходят патентную экспертизу (заявка № а201101157 от 02.02.2011 г. и № а201208773 от 16.07.2012 г.). Конструкция ортеза определена видом патологии.

Ортезы на голеностопный сустав – стопу предназначены для больных с патологической установкой последней без ограничения движений в голеностопном суставе (Ashworth — 1–2 балла, Lovett — 3–4) при врожденных и приобретенных патологиях нейромышечной системы. Ортез имеет

вид «башмачка» из «Термосила» с $T_{\text{шор}} = 35$ у. е., плотно облегающего голеностопный сустав – стопу, который для обеспечения необходимой функции (коррекция патологической установки, удержание конечности в физиологически выгодном положении, улучшение устойчивости и рисунка ходьбы) дополнен супинаторами, пронаторами, пелотами в области внутреннего края переднего отдела стопы, носком, компенсирующим укорочение. Все они выполнены из «Термосила» с $T_{\text{шор}} = 55$ у. е. (рис. 2).

Ортезы на коленный сустав предназначены для больных с нарушением тонуса мышц при наличии патологической установки в коленном суставе (Ashworth — 1–2 балла, Lovett — 3–4) без ограничения в нем движений (разболтанность, рекурвация, девиация голени под нагрузкой, слабость четырехглавой мышцы бедра) обеспечивают ограничение переразгибания и боковой нестабильности (рис. 3).

Ортез на предплечье и кисть предназначен для пациентов с парезами верхних конечностей при наличии патологической сгибательной установки в лучезапястном суставе (Ashworth — 1–2 балла, Lovett — 3–4): паралич верхней конечности в результате травм плечевых связок, паралич Эрба-Дюшена, спастическая и гемиплегическая формы церебрального паралича, спастическая гемиплегия, приобретенная висющаяся кисть, когтеобразная кисть, косорукость. Ортез представляет собой «перчатку» из «Термосила» с $T_{\text{шор}} = 35$ у. е., плотно обхватывающую кисть и лучезапястный сустав, с пелотами из «Термосила» с $T_{\text{шор}} = 55$ у. е. с внутренней и наружной сторон кисти (рис. 4).

Ортез на всю руку предназначен для больных с патологической сгибательной установкой конечности в локтевом суставе и пронационной установкой предплечья (Ashworth — 1–2 балла, Lovett — 3–4) вследствие врожденных и приобретенных патологий нейромышечной системы. Он обеспечивает эффективную супинацию предплечья и сохраняет возможность активных движений пальцами. Конструкция ортеза представляет собой комбинацию силиконового элемента на лучезапястный сустав – кисть, выполненного из «Термосила» с $T_{\text{шор}} = 35$ у. е. и элемента из листового термопласта («Термолина») (рис. 5). Ортез дает возможность больному в течение дня тренировать верхнюю конечность в процессе самообслуживания или игры, что со временем вызывает уменьшение спастичности и расширяет свободу движения.

Анализ результатов комплексного восстановительно-консервативного лечения детей с центральными парезами с использованием эластичных ортезов из «Термосила» показал снижение спастич-



Рис. 2. Фото ортеза из «Термосила» на голеностопный сустав – стопу: а) общий вид, б) больной в ортезе



Рис. 3. Фото ортеза на коленный сустав из «Термосила». Общий вид ортеза при нестабильности (а) и рекурвации (б), больной в ортезе (в)

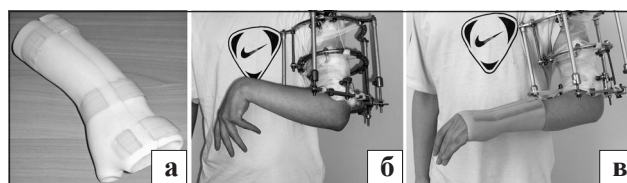


Рис. 4. Фото ортеза из «Термосила» на лучезапястный сустав – кисть: а) общий вид, б) больной с патологией «приобретенная висющаяся кисть», в) пациент в ортезе

ности мышц (по шкале Ashworth) нижних и верхних конечностей в среднем на 1 балл. У пациентов с вялым параличом предплечья и кисти вследствие посттравматической невропатии лучевого нерва отмечено восстановление силы мышц-разгибателей кисти (*m. extensor carpi radialis*, *m. extensor carpi ulnaris*) в среднем на 2–3 балла (тест Lovett). При функциональном тестировании по классификационной системе MACS у больных с патологической

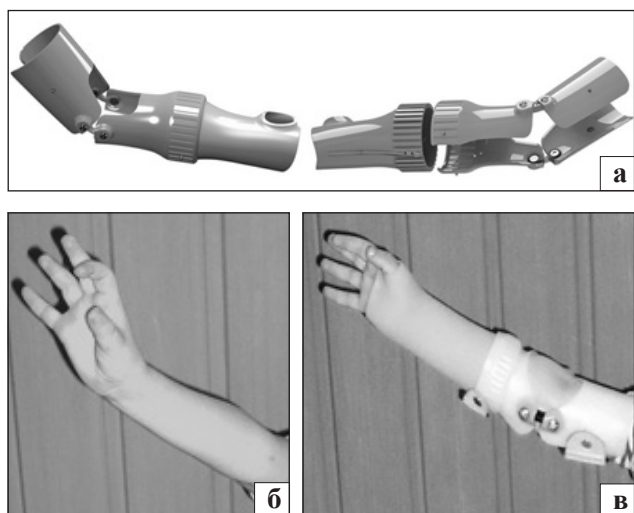


Рис. 5. Фото комбинированного ортеза на всю руку: а) общий вид, б) больной с патологической установкой руки в локтевом суставе и кисти, в) больной в ортезе

установкой верхних конечностей выявлено повышение уровня выполнения упражнений с третьего до второго. Оценка функции верхних конечностей (по Л. Д. Потехину, 1989) без и в эластичном ортезе показала улучшение опорной и балансирующей функций рук до максимального (третьего) уровня, хватательно-мануальной и жестикуляционно-коммуникативной — до второго.

В табл. 2 приведены результаты функционального тестирования пациентов с парезами верхних и нижних конечностей в ортезе соответствующей конструкции из «Термосила» (срок наблюдения в течение 3–12 мес.) и без него.

Больным с патологической установкой стопы после освоения ходьбы в ортезе провели биомеханические исследования статике и ходьбы в ортезе и без него. Результаты исследований статике

пациентов приведены в табл. 3, из которой видно, что у пациентов значительно повысилась опороспособность (коэффициент опорности в среднем увеличился на 23 %), улучшилась симметрия позы (ротация центров давления уменьшена в среднем с 5,9 до 3,5°, ≈ 40 %), увеличилась устойчивость при стоянии (амплитуда колебания общего центра давления уменьшилась на 9 % во фронтальной плоскости и на 18 % в сагиттальной).

В табл. 4 приведены сравнительные характеристики биомеханических исследований ходьбы пациентов с односторонним и двусторонним парезом нижних конечностей без и в ортезе на голеностопный сустав. Изучали пространственные, временные и кинетические характеристики ходьбы. Как видно из табл. 4, при использовании эластичных ортезов у больных улучшаются практически все характеристики ходьбы: синхронизация, о чем свидетельствует увеличение на 11 % интегрального показателя качества ходьбы — коэффициента ритмичности; для пациентов с односторонним парезом увеличиваются передний и задний толчки на пораженной конечности; с двусторонним — уменьшается разница между силой как переднего, так и заднего толчков на правой и левой конечности, что свидетельствует о приближении опорных реакций к норме.

В качестве примера результатов исследования статике больного А., 6 лет, с рекурвацией коленного сустава, атактическим синдромом без ортеза и в эластичном ортезе на коленный сустав привели полученные данные (табл. 5).

Исследование методом оценки фотоизображения осевых взаимоотношений сегментов конечности (осевой линии голени и пятки) показало, что у больных при стоянии без ортеза отмечена пронация (вальгус) пятки (7–9)°. При использовании

Таблица 2. Результаты функционального тестирования больных с парезами верхних и нижних конечностей до и после обеспечения их ортезами из «Термосила»

Показатели	Условия тестирования	
	без ортеза	в ортезе
Спастичность мышц (Ashworth), балл	2	1
Сила мышц (Lovett), балл	3–4	4
MACS, уровень	3	2–1
Функции верхней конечности (по Л. Д. Потехину), уровень	1	2–3
Тест «Оценка двигательных функций», %	65	80

Таблица 3. Результаты сравнительных исследований статике пациентов с патологией нижних конечностей до и после обеспечения их ортезами из «Термосила»

Объект исследования		Коэффициент опорности	Ротация центров давления, град.	Колебания общего центра давления, мм	
				во фронтальной плоскости	в сагиттальной плоскости
Пациенты с вялым параличом	без ортеза	0,72 ± 0,04	5,9 ± 2,5	8,9 ± 2,8	10,9 ± 2,3
	в ортезе	0,89 ± 0,06	3,5 ± 1,4	8,1 ± 1,9	8,4 ± 2,7

Таблица 4. Сравнительные характеристики биомеханических исследований ходьбы больных с парезами нижней конечности без ортеза и в ортезе на голеностопный сустав

Объект исследования		Передний толчок, % от общего веса пациента		Задний толчок, % от общего веса пациента		Скорость ходьбы, км/час	Длина двойного шага, м	Коэффициент ритмичности
Пациенты с гемипарезом	конечность	пораженная	здоровая	пораженная	здоровая	—	—	—
	без ортеза	18,80	21,20	16,50	13,40	3,545	1,043	0,85
	в ортезе	19,30	20,10	18,95	16,80	3,483	1,246	0,94
Пациенты с парапарезом	конечность	левая	правая	левая	правая	—	—	—
	без ортеза	19,36	25,34	25,20	17,70	2,958	1,123	0,81
	в ортезе	17,70	17,80	16,70	20,10	2,865	1,118	0,97

Таблица 5. Результаты исследований статики больного А. без ортеза и в ортезе на коленный сустав

Условия исследования	Коэффициент опорности	Ротация центров давления, град.	Колебания общего центра давления, мм	
			во фронтальной плоскости	в сагиттальной плоскости
Без ортеза	0,24	10,4	18,2	24,0
В ортезе	0,77	0,4	16,0	20,6

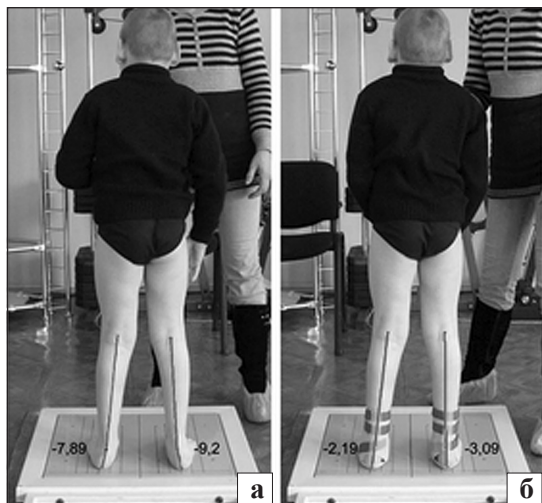


Рис. 6. Оценка по фотоизображению угла пронации пятки: а) без ортеза, б) в силиконовом ортезе

ортеза из «Термосила» с супинатором под внутренний край стопы и пятки угол пронации уменьшается до 4° (рис. 6).

Таким образом, снабжение больных с патологическими установками конечностей при неврологических заболеваниях эластичными ортезами позволяет улучшить биомеханические показатели не только статики, но и ходьбы, при этом положительно изменяются ее пространственные, временные, кинематические и динамические характеристики.

Выводы

Клиническая апробация разработанных конструкций эластичных ортезов из высокотемператур-

ного силикона показала эффективность их применения у пациентов с патологическими установками конечностей вследствие травматического поражения и заболеваний нервной системы. Была достигнута коррекция патологических установок конечностей, улучшена опороспособность и ходьба, моторика верхних конечностей, что подтверждено результатами биомеханических исследований и функционального тестирования.

Список литературы

1. Силиконы в протезировании и ортезировании / Л. Е. Ватолинский, И. О. Хмельская, Л. Г. Щетинина и др. // Ортопедия, травматология и протезирование. — 2010. — № 1. — С. 41–45.
2. Петров К. Б. Методика клинической оценки эффективности реабилитации параличей верхних конечностей у больных с последствиями шейно-спинальной травмы [Электронный ресурс] / К. Б. Петров, Д. М. Иванчин: Восьмой российский национальный конгресс «Человек и его здоровье» (Санкт-Петербург, 24–28 ноября 2003). — СПб., 2003. — Режим доступа: <http://www.medlinks.ru/article.php?sid=19605>.
3. Салеева А. Д. До питання про застосування вітчизняних полімерних матеріалів в протезобудуванні / А. Д. Салеева, О. О. Луковенко, І. О. Хмельська // Хімічна промисловість України. — 2010. — № 4. — С. 36–39
4. Шкала оценки двигательных функций [Электронный ресурс]. — Режим доступа к документу: <http://www.bluewirecs.tzo.com/cauchild/patehes/GMFMScore-cheet.pdf>.
5. Беловой А. Н. Шкалы, тесты и опросники в медицинской реабилитации / Под ред. А. Н. Беловой, О. Н. Щепетовой. — М.: Антдор, 2002. — 440 с.
6. Manual ability classification system for children with cerebral palsy in a school setting and its relationship to home self-care activities / M. A. Kuijper, G. D. van der Wilden, M. Ketelaar, J. W. Gorter // The American Journal of Occupational Therapy (AJOT). — 2010. — № 4. — P. 614–620.