

Механизм формирования и клиническое течение сгибательных контрактур коленных суставов у детей с церебральным параличом



**А.А. Данилов, Ю.Л. Балицкая,
М.А. Моця**

Национальная медицинская академия
последипломного образования
имени П.Л. Шупика МЗ Украины, Киев

Цель работы — определение механизма формирования сгибательных контрактур коленных суставов и деформации костей голени у детей, страдающих церебральным параличом.

Материалы и методы. Проанализированы данные, полученные при лечении 76 больных в возрасте от 3 до 17 лет со спастической диплегией, тетрапарезом и гиперкинетической формой церебрального паралича.

Результаты и обсуждение. Формирование стойких контрактур коленных суставов наблюдалось в возрасте 3—6 лет. Отмечался высокий градиент между активными и пассивными движениями в коленных суставах ($20,2 \pm 0,6$)°, отсутствовали признаки нарушения анатомической оси нижних конечностей и деформации большеберцовой кости. У большинства больных начальные признаки контрактур коленных суставов являлись компенсацией в ответ на сгибательно-приводящие установки в тазобедренных суставах. В возрастной группе 7—12 лет имелось увеличение количества больных с III и IV степенью контрактур. Так, контрактуры III—IV степени отмечены у 8 (33,3%) больных, II степени — у 12 (50%), I степени — у 4 (16,6%). Снижился градиент между объемом активных и пассивных движений в коленных суставах ($12,1 \pm 1,2$)°. Прослеживается прямая зависимость между возрастом больных и степенью контрактур. В возрастной группе 13—17 преобладали больные с тяжелыми степенями нарушения тонуса и контрактурами III—IV степени, II степень отмечена только в 5 (14,7%) случаях. Определялся низкий градиент между объемом активных и пассивных движений в коленных суставах ($8,1 \pm 2,5$)°, а также нарушение анатомической оси нижней конечности — смещение I межпальцевого промежутка кнаружи. Наружная торсия большеберцовой кости у больных с контрактурами III—IV степени и длительностью их течения более 5 лет достигала ($20,5 \pm 1,2$)°. Полученные данные УЗИ показали, что процентное соотношение площади мышц группы Hamstring к общей площади поперечного сечения бедра составило ($35,5 \pm 1,7$)%, а четырехглавой мышцы — ($28,7 \pm 1,3$)%, т. е. с разницей в ≈ 7 %, что играло определенную роль в преобладании силы одной группы мышц над другой. Прямое направление вектора силы имеют только *m. rectus femoris* и *m. vastus intermedius*, а *m. vastus medialis* и *m. vastus lateralis* расположены по отношению к собственной связке надколенника под углом 20—30° и, соответственно, к горизонтальной плоскости коленного сустава — под углом 60—70°, что снижает силу, направленную перпендикулярно плоскости коленного сустава. В то же время мышцы группы Hamstring имеют два параллельных вектора силы и несколько точек фиксации — к бугристости большеберцовой кости, головке малоберцовой кости и фасции голени. Причем последние по протяженности доходят до средней трети голени, тем самым

Стаття надійшла до редакції 16 січня 2014 р.

Данилов Олександр Андрійович, д. мед. н., проф., зав. кафедри
04209, м. Київ, вул. Богатирська, 30
E-mail: pedsurgery_ua@ukr.net

увеличивая плечо силы данных мышц. Патологическое действие мышц на большеберцовую кость образует деформацию ее проксимального метадиафиза. Основным компонентом деформации является наружная торсия большеберцовой кости на границе между метафизом и диафизом, а также изгиб кости в этой зоне, выпуклостью обращенный в латеральную сторону. Наружная торсия большеберцовой кости изменяет в сагиттальной плоскости проекцию суставной щели коленного сустава по отношению к дистальным отделам голени и стопы, тем самым нарушая статику и локомоцию всей нижней конечности.

Выводы. 1. Механизм формирования сгибательных контрактур коленных суставов носит мультифакторный характер. В начальный период у 83,3 % больных одной из причин являлась компенсаторная сгибательная установка коленных суставов в ответ на сгибательно-приводящие контрактуры в тазобедренных суставах. В дальнейшем основным фактором становится преобладание силы действия мышц группы *Hamstring*. 2. Преобладание силы действия мышц группы *Hamstring* обусловлено двухсторонней их фиксацией по отношению к горизонтальной проекции суставной щели коленного сустава и наличием большего плеча силы. Среднее значение длины мышечной части и площади поперечного сечения мышц группы *Hamstring* больше аналогичных показателей четырехглавой мышцы бедра на 6—7 %, что является дополнительным фактором в формировании сгибательных контрактур коленных суставов. 3. Наружная торсия большеберцовой кости является следствием как мышечного дисбаланса, так и позиционной компенсации в ответ на сгибательно-приводящие контрактуры бедер. Сочетание сгибательных контрактур коленных суставов и наружной торсии большеберцовой кости образует порочный круг, который усиливает нарушение статики и локомоции ходьбы.

Ключевые слова: церебральный паралич, контрактуры суставов, нарушение мышечного тонуса, деформации костей.

Сгибательные контрактуры коленных суставов (СККС) наблюдаются у 47—53 % больных, страдающих церебральным параличом (ЦП). Изменяя положение тела в пространстве, нарушая статику и локомоцию ходьбы, они тем самым обуславливают тяжелую двигательную недостаточность [1, 5—7]. Основной причиной формирования СККС большинство авторов считает мышечный дисбаланс, возникающий в результате нарушения реципрокной иннервации и патологического эффекта коконтракции [1, 4, 8]. В этих условиях возникает преобладание силы действия мышц группы *Hamstring* и икроножных над силой действия четырехглавой мышцы бедра [3, 9, 10]. Имеются сообщения о роли патологических установок в смежных суставах в формировании контрактур коленных суставов [2]. Однако до настоящего времени не представлен анализ механизма формирования контрактур. Так, не отражены вопросы сравнительной площади мышц-агонистов и мышц-антагонистов, направления и величины плеча силы их действия.

В то же время СККС сопровождаются деформацией костей голени, однако причины их формирования не отражены. Нет описания клинических проявлений контрактур в зависимости от степени нарушения мышечного тонуса, возраста больных и продолжительности заболевания.

Цель работы — определение механизма формирования сгибательных контрактур коленных суставов и деформации костей голени у детей, страдающих церебральным параличом.

Материалы и методы

Проанализированы данные, полученные при лечении 76 больных в возрасте от 3 до 17 лет со спастической диплегией, тетрапарезом и гиперкинетической формой ЦП. Возрастные группы больных представлены в табл. 1.

В зависимости от возможности преодоления мышечного сопротивления выделяли нарушение мышечного тонуса в виде рефлекторного тонического напряжения, спастичности и ригидности.

На основании определения объема движений в коленных суставах выделено 4 степени контрактур (табл. 2).

Анатомическую ось нижней конечности процировали от верхней подвздошной ости на I межпальцевой промежуток, а большеберцовой кости (БК) — от середины бугристости на гребень нижней трети БК. Позицию стоп относительно горизонтальной проекции коленного сустава определяли по перпендикулярам, опущенным из центра надколенника вниз в положении больного стоя. Угол торсии БК рассчитывался на рентгенограммах во фронтальной плоскости по меткам, фиксированным в области бугристости БК, ее гребне в средней и нижней трети. Расчет производили по известной методике [1]. Процентное соотношение длины мышцы и сухожилия определяли во время оперативных вмешательств и анатомического исследования на трупах. Началом сухожилия считали соотношение мышечной и сухожильной ткани как 1 : 3. Направление силы действия мышцы по отношению к горизонтальной проекции коленного сустава изучалось по условной линии, проведенной между двумя точками ее фиксации. Величину плеча силы рассчитывали на основании измерения расстояния между линией, проведенной по горизонтальной проекции суставной щели коленного сустава и точкой прикрепления сухожилия к кости или начала вплетения его в фасцию голени.

Посредством УЗИ изучали степень структурных изменений в мышцах, а также поперечный размер мышц в с/3 бедра, после чего определяли процентное соотношение размера поперечного сечения мышц-сгибателей и мышц-разгибателей голени.

Результаты и обсуждение

Анализ клинических наблюдений за больными в возрасте 3—6 лет показал, что во всех случаях имелись приводящие контрактуры бедер I—II степени, а у 15 (83,3 %) больных — их сгибательные контрактуры, что служило причиной формирова-

■ Таблица 1

Распределение больных в зависимости от возраста и формы церебрального паралича

Возраст больных, годы	Количество больных			Итого
	Спаستическая диплегия	Спастический тетрапарез	Гиперкинетическая форма	
3—6	11	5	2	18
7—12	17	6	1	24
13—17	23	8	3	34
Итого	51	19	6	76

■ Таблица 2

Степени контрактур коленных суставов в зависимости от объема активных и пассивных движений

Степень контрактур	Положение лежа		Положение стоя
	Активное разгибание, °	Пассивное разгибание, °	Активное разгибание, °
I	160	170	150
II	150	150	130
III	140	140	120
IV	100—110	110—120	100

ния компенсаторных сгибательных установок коленных суставов с последующей их трансформацией в контрактуры (рис. 1). Нарушение мышечного тонуса проявлялось в виде рефлекторного тонического напряжения у 11 (61,1 %) больных, в 6 случаях — в виде спастичности, т.е. в положении лежа мышечное сопротивление преодолевалось полностью и разгибание в коленных суставах было в пределах 170—180°, и в одном случае — в виде ригидности. Отмечался высокий градиент между активными и пассивными движениями в коленных суставах ($20,2 \pm 0,6$), отсутствовали признаки нарушения анатомической оси нижних конечностей и деформации БК в виде ее патологической торсии.

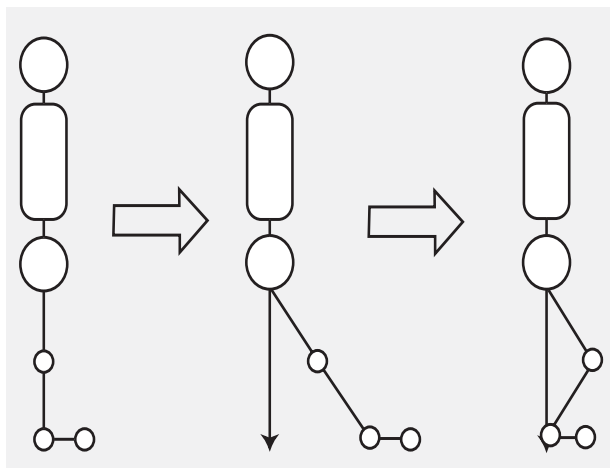
В возрастной группе 7—12 лет нарушение мышечного тонуса в виде рефлекторного тонического напряжения отмечено у 6 (25 %) больных, спастичности — у 16 (66,6 %) пациентов, ригидности — в 2 (8,3 %) случаях. Следовательно, имелось увеличение количества больных с большей степенью

нарушения мышечного тонуса по сравнению с предыдущей группой. Отмечено также увеличение количества больных с III и IV степенью контрактур. Так, контрактуры III—IV степени наблюдались у 8 (33,3 %) больных, II степени — у 12 (50 %), I степени — у 4 (16,6 %). Снижился градиент между объемом активных и пассивных движений в коленных суставах ($12,1 \pm 1,2$). Прослеживается прямая зависимость между возрастом больных и степенью контрактур (рис. 2).

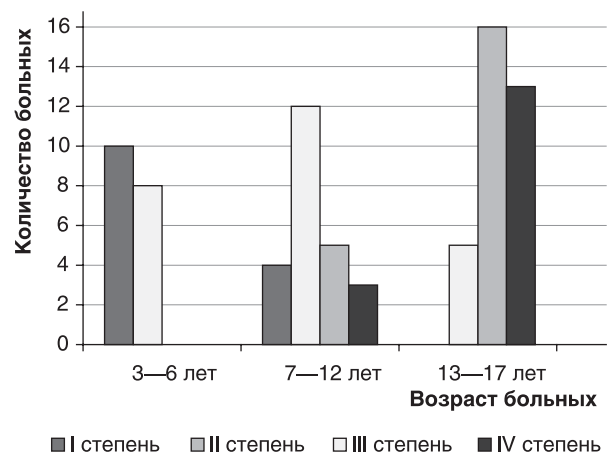
Таким образом, в этой возрастной группе основной причиной образования контрактур являлось нарушение мышечного баланса. У 5 больных отмечалась варусная деформация верхней трети БК и ее наружная торсия до ($10,5 \pm 0,5$).

При ультразвуковом исследовании (УЗИ) регистрировались умеренно выраженные дегенеративно-дистрофические изменения преимущественно в мышцах-сгибателях голени.

Изучение клинического течения контрактур коленных суставов в возрастной группе 13—17 лет



■ Рис. 1. Схема компенсации сгибательных контрактур тазобедренных суставов



■ Рис. 2. Количественная характеристика между степенью контрактуры и временем от начала ее формирования

показало, что нарушение мышечного тонуса в виде спастичности отмечено в 24 (70,5 %) случаях, ригидности — у 8 (23,5 %) больных, рефлекторного тонического напряжения — в 2 (5,8 %) случаях. То есть преобладали больные с тяжелыми нарушениями тонуса и контрактурами III—IV степени, II степень была только в 5 (14,7 %) случаях. Определялся низкий градиент между объемом активных и пассивных движений в коленных суставах ($8,1 \pm 2,5$) °, а также нарушение анатомической оси нижней конечности — смещение I межпальцевого промежутка кнаружи. Отмечалось увеличение варусной деформации БК на границе в/3 и с/3. Наружная торсия БК у больных с контрактурами III—IV степени и длительностью их течения более 5 лет достигала ($20,5 \pm 1,2$) °. Величина торсионной деформации была прямо пропорциональна длительности течения контрактур. Наиболее интенсивное ее нарастание начиналось через 3 года после начала их формирования и достигало наибольших значений в течение 5 лет, затем ее увеличение замедлялось (рис. 3, 4).

Отмечалась также прямая зависимость между степенью контрактур и величиной угла торсии БК (рис. 4).

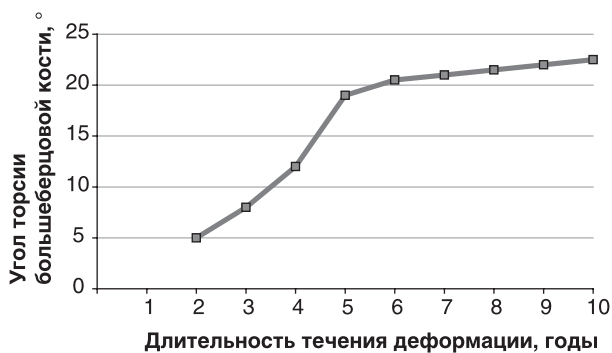
Следовательно, анализ клинического течения контрактур коленных суставов дал возможность выделить такие закономерности:

1. В возрастном периоде до 6 лет основное влияние на формирование контрактур оказывали патологические позы. Они являлись следствием компенсации в ответ на сгибательно-приводящие контрактуры бедер. В дальнейшем большее влияние оказывал мышечный дисбаланс.
2. Наиболее быстрое формирование контрактур и нарастание их тяжести происходило в возрастном периоде от 7 до 12 лет, т. е. во время интенсивного роста больных.
3. Отмечается прямая зависимость между степенью изменения мышечного тонуса и степенью контрактур.
4. Величина торсионной деформации БК зависела от степени контрактур и длительности их течения.

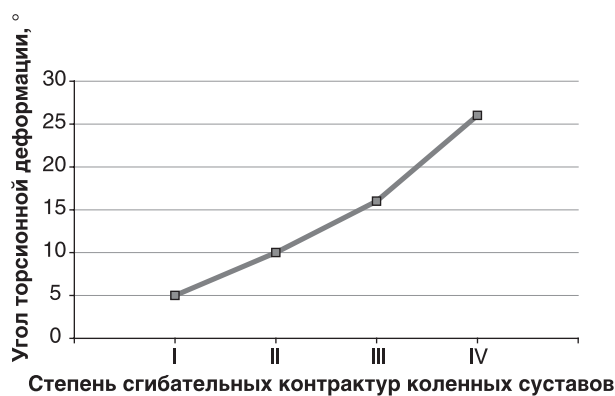
Для изучения основных причин, обуславливающих преобладание силы действия мышц-сгибателей голени над мышцами-разгибателями, определена общая площадь мышц-агонистов и мышц-антагонистов, а также процентное соотношение длины мышцы и ее сухожильной части (табл. 3).

Из данных табл. 3 видно, что среднее значение длины мышечной части мышц группы *Hamstring* было 63 %, а четырехглавой мышцы — 57 %, то есть разница составляла 6 %, что в определенной мере служило фактором, способствующим формированию силового перевеса одной группы мышц над другой.

Проведено УЗИ 15 больных в возрасте 10—12 лет с целью расчета площади поперечного сечения мышц-сгибателей и мышц-разгибателей голени в с/3 бедра. Методика включала определение об-



■ Рис. 3. Зависимость величины торсионной деформации от длительности течения сгибательных контрактур коленных суставов



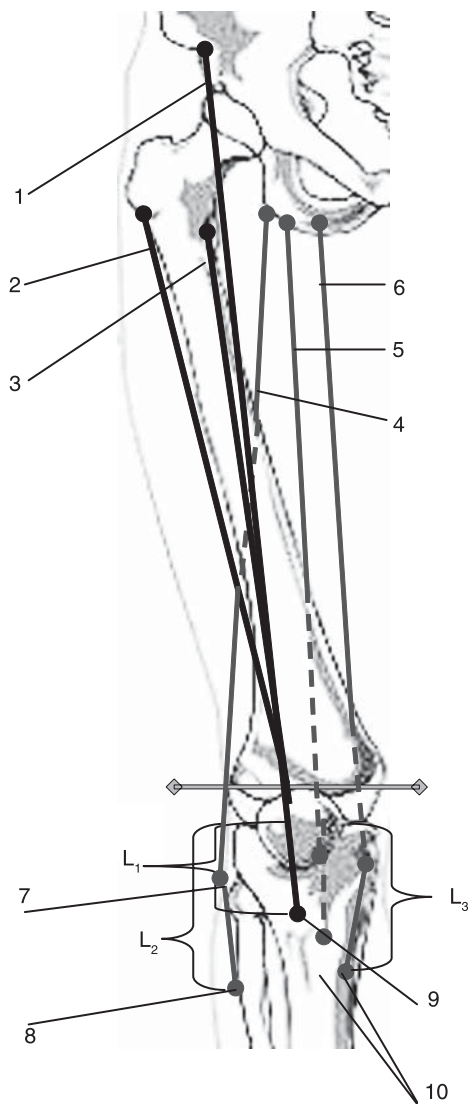
■ Рис. 4. Зависимость между степенью сгибательных контрактур коленных суставов и величиной угла торсии большеберцовой кости

■ Таблица 3
Процентное соотношение длины мышц и их сухожилий

Мышцы	Процентное соотношение	
	Мышечная часть	Сухожильная часть
Группа <i>Hamstring</i>		
<i>m. gracilis</i>	70,2 ± 2,5	30,7 ± 1,8
<i>m. semimembranosus</i>	58,1 ± 1,4	41,1 ± 2,7
<i>m. semitendinosus</i>	51,2 ± 0,4	49,2 ± 1,1
<i>m. sartorius</i>	80,1 ± 1,8	19,1 ± 1,7
<i>m. biceps femoris</i>	55,1 ± 0,7	45,2 ± 1,1
Четырехглавая мышца бедра		
<i>m. rectus femoris</i>	70,1 ± 1,7	30,2 ± 0,7
<i>m. vastus medialis</i>	57,3 ± 0,8	42,8 ± 1,1
<i>m. vastus lateralis</i>	62,1 ± 1,1	38,1 ± 0,6
<i>m. vastus intermedius</i>	39,2 ± 1,7	61,2 ± 0,9

щей площади сечения бедра, мышц, кости, сосудов, нервов, фасциальных промежутков.

Полученные данные показали, что процентное соотношение площади мышц группы *Hamstring* к общей площади поперечного сечения бедра составило ($35,5 \pm 1,7$) %, а четырехглавой мышцы — ($28,7 \pm 1,3$) %, т. е. с разницей в ≈ 7 %. Следовательно, суммарная масса мышц-сгибателей больше массы мышц-разгибателей примерно на 7 %, что



■ **Рис. 5.** Распределение векторов силы сгибателей и разгибателей голени

1) *m. rectus femoris*; 2) *m. vastus lateralis*; 3) *m. vastus medialis*; 4) *m. biceps femoris*; 5) *m. semitendinosus*; 6) *m. semimembranosus*; 7) точка фиксации *m. biceps femoris* к малоберцовой кости; 8) точка фиксации *m. biceps femoris* к фасции голени; 9) точка фиксации собственной связки надколенника к бугристости большеберцовой кости; 10) точка фиксации сухожилий мышц группы *semi-* к фасции голени.

L_1 — плечо силы *m. quadriceps femoris*; L_2 — плечо силы *m. biceps femoris*; L_3 — плечо силы мышц группы *semi-*.

влияло на преобладание силы одной группы мышц над другой.

Анализируя направление вектора тяги четырехглавой мышцы, следует отметить, что прямое его направление имеют только *m. rectus femoris* и *m. vastus intermedius*, а *m. vastus medialis* и *m. vastus lateralis* расположены по отношению к собственной связке надколенника под углом $20\text{--}30^\circ$ и, соответственно, к горизонтальной плоскости коленного сустава под углом $60\text{--}70^\circ$.

Следовательно, разложение сил показывает, что часть усилия, передаваемого мышцами на собственную связку надколенника, приходится на тракцию в латеральную и медиальную стороны, что снижает силу, направленную перпендикулярно плоскости коленного сустава. Второй нега-

тивный фактор — это одновекторное расположение собственной связки надколенника при достаточно коротком плече силы (расстояние между горизонтальной проекцией суставной щели до точки прикрепления собственной связки надколенника к бугристости БК).

В то же время мышцы группы *Hamstring* имеют два параллельных вектора силы и несколько точек фиксации — к бугристости БК, головке малоберцовой кости и фасции голени. Причем последние по протяженности доходят до средней трети голени, тем самым увеличивая плечо силы данных мышц (рис. 5).

На основании приведенных данных можно назвать такие причины СККС:

1. Компенсаторное сгибание коленных суставов в ответ на сгибательные установки тазобедренных суставов.
2. Преобладание общей массы мышц группы *Hamstring* над массой *m. quadriceps femoris*.
3. Двустороннее действие мышц группы *Hamstring* по отношению к горизонтальной проекции коленного сустава и относительно большее плечо их силы.

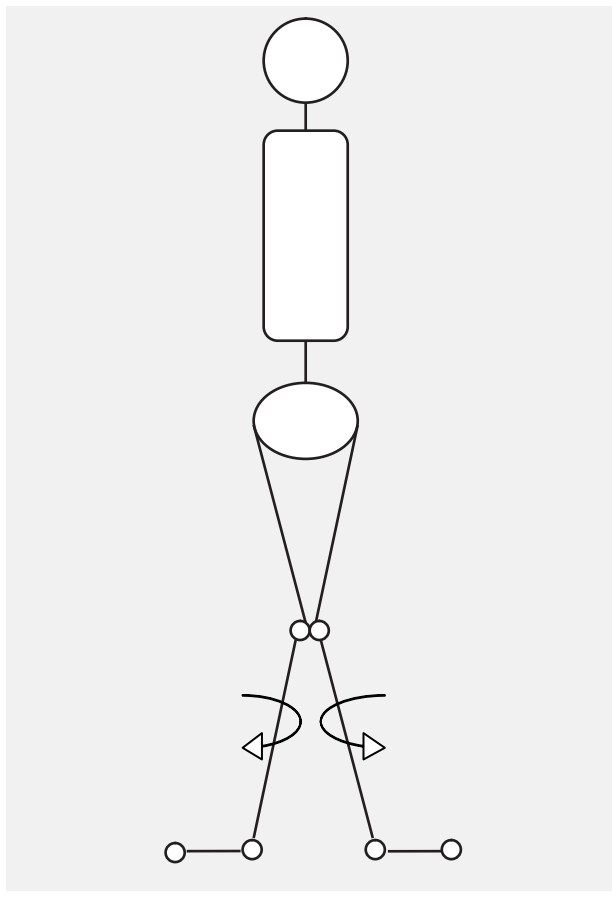
Патологическое действие мышц на БК образует деформацию ее проксимального метадиафиза. Основные компоненты деформации — наружная торсия БК на границе между метафизом и диафизом, а также изгиб кости в этой зоне, обращенный выпуклостью в латеральную сторону.

При этом перпендикуляр, опущенный из центра бугристости БК, не совпадает с проекцией гребня БК, он проходит вне центра голеностопного сустава и смещен на внутренний край медиальной лодыжки (рис. 6).

В физиологических условиях при выпрямленной нижней конечности перпендикуляр, опущенный с центра головки бедра, проходит через наружный край наружного мыщелка бедра. Во время сгибания в тазобедренных и коленных суставах указанная линия смещается в латеральную сторону. Для восстановления центра тяжести туловища по отношению к стопам и стабилизации коленного сустава усиливается действие мышц латеральной половины бедра. Возникает увеличение нагрузки на наружный край БК и эффект ее скручивания.

В случаях наличия сгибательно-приводящих контрактур бедер формируется компенсаторное вальгусное отклонение голени, что в сочетании со СККС усиливает описанный эффект.

Дополнительный негативный фактор — действие мышц, расположенных по латеральной половине голени (малоберцовые мышцы и длинный разгибатель пальцев). Вектор силы действия этих мышц направлен вниз, назад и в латеральную сторону, что приводит к ротации голени кнаружи. Торсия БК изменяет позицию «коленный сустав — стопа», так как ось, проведенная из центра надколенника, смещается на внутренний край стопы, способствуя тем самым ее пронации.



■ Рис. 6. Схема формирования наружной торсии большеберцовой кости в ответ на сгибательно-приводящие контрактуры бедер



■ Рис. 7. Больная М., 14 лет. Спастическая нижняя диплегия, сгибательно-приводящие контрактуры бедер III–IV ст., сгибательные контрактуры коленных суставов III ст., наружная торсия большеберцовых костей, плосковальгусная деформация стоп

Наружная торсия БК изменяет в сагиттальной плоскости проекцию суставной щели коленного сустава по отношению к дистальным отделам голени и стопы, при этом нарушая статику и локомоцию всей нижней конечности (рис. 7).

Следовательно, механизм формирования СККС имеет мультифакториальный характер, включающий компенсацию патологических поз, мышечный дисбаланс и деформацию БК в виде ее наружной торсии. Сочетание этих факторов создает взаимоусиливающий эффект и способствует нарастанию двигательной недостаточности.

Выводы

1. Механизм формирования сгибательных контрактур коленных суставов имеет мультифакторный характер. В начальный период у 83,3 % больных одной из причин является компенсаторная сгибательная установка коленных суставов в ответ на сгибательно-приводящие контрактуры в тазобедренных суставах. В дальнейшем основ-

ным фактором становится преобладание силы действия мышц группы *Hamstring*.

2. Преобладание силы действия мышц группы *Hamstring* обусловлено двусторонней их фиксацией по отношению к горизонтальной проекции суставной щели коленного сустава и наличием большого плеча силы. Среднее значение длины мышечной части и площади поперечного сечения мышц группы *Hamstring* больше аналогичных показателей четырехглавой мышцы бедра на 6–7 %, что является дополнительным фактором в формировании сгибательных контрактур коленных суставов.

3. Наружная торсия большеберцовой кости — это следствие как мышечного дисбаланса, так и позиционной компенсации в ответ на сгибательно-приводящие контрактуры бедер. Сочетание сгибательных контрактур коленных суставов и наружной торсии большеберцовой кости образует порочный круг, который усиливает нарушение статики и локомоции ходьбы.

Література

1. Данилов А.А., Нех А.А., Душкевич Ю.Л. Особенности клинического течения контрактур суставов у больных церебральным параличом // Хірургія дитячого віку.— 2012. — № 2.— С. 22—29.
2. Журавлев А.М., Перхурова И.С., Семенова К.А. и др. Хирургическая коррекция позы и ходьбы при детском церебральном параличе.— Ереван: Айстман, 1986.— С. 150—151.
3. Краснов А.Ф., Савин А.М., Мельниченко С.С. Сухожильно-мышечная пластика в ортопедии // Сборник научных работ под редакцией Краснова А.Ф.— Куйбышев, 1982.— С. 52—54.
4. Куренков А.Л. Комплексная нейрофункциональная оценка двигательных нарушений у детей с детским церебральным параличом // Рос. вестн. перинатологии и педиатрии.— 2002.— Т. 47, № 3.— С. 32—36.
5. Кутузов А.П. Особенности комплексного ортопедохирургического лечения детей с церебральным параличом // Пособие для врачей.— РОСНИДОН им. Г.М. Турнера, 1997.— С. 10—15.
6. Фенигел Д.И. Педиатрическая неврология: основы клинической медицины.— М.: Медицина, 2004.— С. 635.
7. Шаралиева Р., Мамедова М. Современные представления о детском церебральном параличе // Врач.— 2010.— № 1.— С. 11—13.
8. Dan B. District multi-joint control strategies in spastic diplegia associated with prematurity or Angelman syndrome // Clin. Neurophysiol.— 2001.— Vol. 112.— P. 1618—1625.
9. Dennis R.W. The Art and Practice of children's orthopedics // Raven Press.— New York, 1993.— P. 549—562.
10. Harrington I.J. Static and dynamic loading patterns in knee joints with deformities // Bone Joint Surg.— 1983.— Vol. 65A, N 2.— P. 247—259.

Механізм формування та клінічний перебіг згинальних контрактур колінних суглобів у дітей із церебральним параличем

А.А. Данилов, Ю.Л. Балицька, М.А. Моця

Національна медична академія післядипломної освіти імені П.Л. Шупика МОЗ України, Київ

Мета роботи — визначення механізму формування згинальних контрактур колінних суглобів і деформації кісток гомілки в дітей, які страждають на церебральний паралич.

Матеріали та методи. Проаналізовано дані, отримані під час лікування 76 хворих віком від 3 до 17 років зі спастичною диплегією, тетрапарезом і гіперкінетичною формою церебрального параличу.

Результати та обговорення. Формування стійких контрактур колінних суглобів спостерігалось у віці 3—6 років. Відзначався високий градієнт між активними і пасивними рухами в колінних суглобах ($20,2 \pm 0,6$)°, були відсутні ознаки порушення анатомічної осі нижніх кінцівок і деформації великогомілкової кістки. У більшості хворих початкові ознаки контрактур колінних суглобів були компенсацією у відповідь на згинально-привідні установки в тазостегнових суглобах. У віковій групі 7—12 років спостерігалось збільшення кількості хворих із III і IV ступенем контрактур. Так, контрактури III—IV ступеня були у 8 (33,3%) хворих, II ступеня — у 12 (50%), I ступеня — у 4 (16,6%). Знизився градієнт між обсягом активних і пасивних рухів у колінних суглобах ($12,1 \pm 1,2$)°. Простежується пряма залежність між віком хворих і ступенем контрактур. У віковій групі 13—17 років переважали хворі з важкими порушеннями тонуусу й контрактурами III—IV ступеня, II ступінь був тільки в 5 випадках (14,7%). Виявлено низький градієнт між обсягом активних і пасивних рухів у колінних суглобах ($8,1 \pm 2,5$)°, а також порушення анатомічної осі нижньої кінцівки — зміщення I міжпальцевого проміжку назовні. Зовнішня торсія великогомілкової кістки у хворих із контрактурами III—IV ступеня і тривалістю їх перебігу більше 5 років досягала ($20,5 \pm 1,2$)°. Отримані дані УЗД показали, що відсоткове співвідношення площі м'язів групи *Hamstring* до загальної площі поперечного зрізу стегна склало ($35,5 \pm 1,7$)%, а чотириголового м'яза — ($28,7 \pm 1,3$)%, тобто з різницею в ≈ 7 %, що відіграло певну роль у переважанні сили однієї групи м'язів над іншою. Прямий напрям вектора сили мають тільки *m. rectus femoris* і *m. vastus intermedius*, а *m. vastus medialis* і *m. vastus lateralis* розташовані відносно власної зв'язки надколінка під кутом 20—30° і, відповідно, до горизонтальної площини колінного суглоба — під кутом 60—70°, що знижує силу, спрямовану перпендикулярно до площини колінного суглоба. Водночас м'язи групи *Hamstring* мають два паралельних вектори сили й кілька точок фіксації — до горбистості великогомілкової кістки, головки малоогомілкової кістки і фасції гомілки. Причому останні за протяжністю доходять до середньої третини гомілки, тим самим збільшуючи плече сили цих м'язів. Патологічна дія м'язів на кістку зумовлює деформацію її проксимального метадіафіза. Основним компонентом деформації є зовнішня торсія великогомілкової кістки на межі між метафізом і діафізом, а також вигин кістки в цій зоні, опуклістю повернутий у латеральний бік. Зовнішня торсія великогомілкової кістки змінює в сагітальній площині проекцію суглобової щілини колінного суглоба щодо дистальних відділів гомілки і стопи, тим самим порушуючи статику й локомоцію всієї нижньої кінцівки.

Висновки. 1. Механізм формування згинальних контрактур колінних суглобів має мультифакторний характер. У початковий період у 83,3% хворих однією з причин була компенсаторна згинальна установка колінних суглобів у відповідь на згинально-привідні контрактури в тазостегнових суглобах. Надалі основним чинником стає переважання сили дії м'язів групи *Hamstring*. 2. Переважання сили дії м'язів групи *Hamstring* зумовлено двобічною їх фіксацією відносно горизонтальної проекції суглобової щілини колінного суглоба й великим плечем сили. Середнє значення довжини м'язової частини і площі поперечного зрізу м'язів групи *Hamstring* більше за аналогічні показники чотириголового м'яза стегна на 6—7%, що слугує додатковим чинником у формуванні згинальних контрактур колінних суглобів. 3. Зовнішня торсія великогомілкової кістки — наслідок як м'язового дисбалансу, так і позиційної компенсації у відповідь на згинально-привідні контрактури стегон. Поєднання згинальних контрактур колінних суглобів і зовнішньої торсії великогомілкової кістки утворює хибне коло, яке посилює порушення статики й локомоції ходьби.

Ключові слова: церебральний паралич, контрактури суглобів, порушення м'язового тонуусу, деформації кісток.

Flexion knee contractures in children with cerebral palsy: formation mechanism and clinical course

A.A. Danilov, J.L. Balitskaya, M.A. Motsya

P.L. Shupyk National Medical Academy of Postgraduate Education of the Ministry of Healthcare of Ukraine, Kyiv

The aim was to determine the formation mechanism for flexion knee contractures and shin bone deformities in children with cerebral palsy.

Materials and methods. 76 patients aged 3 to 17 years with spastic diplegia, tetraparesis and hyperkinetic form of cerebral palsy were treated and studied.

Results and discussion. Persistent knee contractures formation was observed in children aged 3–6 years. A high gradient between the active and passive movements in the knee joints (20.2 ± 0.6)° was registered, no signs of lower extremities anatomical axis pathology and tibia deformation were found. Children aged 7–12 years had an increased number of cases with contractures of III–IV grade. Thus, contractures of grade III–IV were observed in 8 patients (33.3%), contractures of grade II — in 12 (50%) cases, of I — in 4 (16.6%). The gradient between amount of active and passive knee joints movements has decreased (12.1 ± 1.2)°. A direct correlation between patients' age and contracture degree was observed. Severe tone and contractures pathology of grade III–IV was dominated in children of age group 13–17, II degree was registered only in 5 cases (14.7%). Determined by the Low gradient between the active and passive movements of the knee joints (8.1 ± 2.5)°, as well as lower limb anatomical axis dysfunction — I interdigital interval out displacement. External tibial torsion in patients with contractures of III–IV degree and over 5 years course duration reached (20.5 ± 1.2)°. The percentage of *Hamstring* muscle groups area to the total cross sectional thigh area was (35.5 ± 1.7)% as it was showed by ultrasound, and quadriceps — (28.7 ± 1.3)%, i. e. with a difference of ≈ 7 %, which played a role in strength prevalence of one muscle group over another. Only m. rectus femoris and m. vastus intermedius, and m. vastus medialis and m. vastus lateralis have direct force vector and located relative to the patellar ligament in angle of 20–30° and — to the horizontal plane of knee joint — in angle of 60–70°, which reduces the force in perpendicular direction to the knee joint plane. At the same time *Hamstring* muscle group have two parallel force vectors and few points of fixation — to the tibial tuberosity, the caput fibulae and tibia fascia. The latter reach the middle third of the leg thus increasing the power of involved muscles.

Muscle pathological effect on bone deformats its proximal metadiaphysis. The main component of deformation was external tibial torsion on the border between the metaphysis and diaphysis, and bend of the bone in this area by convex in lateral direction. External tibial torsion changes the knee joint space projection in sagittal plane in relation to the distal part of leg and foot, thereby disrupting lower extremity statics and locomotion.

Conclusions. 1. Knee flexion contractures formation mechanism has multifactorial nature. The compensatory knee flexion in response to flexion contracture, which resulted in the hip joints contracture, was the one of the reasons in 83.3% patients. Further main factor was the prevalence of *Hamstring* muscle groups' power. 2. The predominance of *Hamstring* muscle groups' power caused by their bilateral with respect to the horizontal projection of the knee joint space and by large power shoulder. The mean length of muscle and *Hamstring* muscle cross-sectional area exceeded the same values for quadriceps femoris in 6–7%, which is an additional factor for the knee flexion contractures formation. 3. External tibial torsion is a consequence of muscular imbalances and positional compensation in response to hips flexion contractures. Combination of knee flexion contractures and the outer tibial torsion creates a vicious circle that aggravates statics disorder and walking locomotion.

Key words: cerebral palsy, joint contractures, muscle tone disorder, bone deformities.