

№9 (29) СЕНТЯБРЬ 2010



РЕЦЕНЗИУЕМЫЙ НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКИЙ
ЖУРНАЛ ДЛЯ ВРАЧЕЙ И ПРОВИЗОРОВ

ARS MEDICA

■ травматология и ортопедия





Учредитель:

ОДО «Альвенто»

Директор: С. Витвицкий

Главный редактор:

С. Витвицкий

Дизайн: В. Явид

© «Ars medica»

При перепечатке ссылка на журнал обязательна

Периодичность выхода:
один раз в месяц.

Бесплатно, адресная рассылка.

Учредитель и издатель

ОДО «Альвенто»

Лицензия №584 выдана
Министерством информации
Республики Беларусь
29.07.2009 г.

Адрес редакции:

220015, Республика Беларусь,
г. Минск, ул. Гурского, 11 каб.43а
Тел/факс (+375 17) 256 29 14
e-mail: odo_alvento@mail.ru
Отпечатано в типографии
ООО «ТМ АРГО-ГРАФИКС»
Лиц. № 02330/0494193
от 03.04.09г. Заказ № 13 950

Тираж 1000 экз.

Формат 70x100 1/16.

Печать офсетная.

Усл. печ. л. 9,75+0,65 вкл.

© Любое воспроизведение
опубликованных материалов
без письменного разрешения
редакции не допускается.

Редакция не несет ответствен-
ность за достоверность ин-
формации, опубликованной в
рекламных материалах.

© ОДО «Альвенто»

ПРЕДСЕДАТЕЛЬ РЕДАКЦИОННОГО СОВЕТА д.м.н. ПРОФЕССОР БЕЛЯЕВА Л. М.

**РЕДАКЦИОННЫЙ
СОВЕТ:**

д.м.н., профессор
Барабанов Л. Г.

д.м.н. профессор
Бова А. А.

д.м.н., профессор
Булгак А. Г.

д.м.н., профессор
Василевский И. В.

к.м.н., доцент
Вощула В. И.

д.м.н., профессор
Гайн Ю. М.

д.м.н., профессор
Данилова Л. И.

д.м.н. профессор
Демидчик Ю. Е.

к.м.н., доцент
Доста Н. И.

д.м.н., профессор
Евстигнеев В. В.

д.м.н., профессор
Жерносек В. С.

д.м.н., профессор
Илюкевич Г. В.

д.м.н., профессор
Имшенецкая Т. А.

д.м.н. профессор
Камышников В. С.

д.м.н., профессор
Кевра М. К.

д.м.н., профессор
Крутилина Н. И.

к.м.н., доцент
Кузьмин Ю. В.

д.м.н., доцент
Лаптева И. М.

д.м.н., профессор
Лихачев С. А.

д.м.н., профессор
Мараховский Ю. Х.

д.м.н., профессор
Матвеев В. А.

д.м.н., профессор
Михалевич С. И.

Михасько Т. А.

д.м.н., профессор
Панкратов О. В.

д.м.н. профессор
Пересада О. А.

д.м.н., профессор
Петрова Л. Г.

д.м.н., профессор
Руденко Э. В.

д.м.н. академик
**Семененко Т.А.
(Москва)**

д.м.н., профессор
Сиваков А. П.

д.м.н. профессор
Силивончик Н. Н

д.м.н. профессор
Смирнова Л. А.

д.м.н., профессор
Сорока Н. Ф.

к.м.н. доцент
Сушинский В.Э.,

д.м.н. профессор
Туйчиев Л.Н. (Ташкент)

д.м.н. профессор
**Тютюнников С.В.
(Барнаул)**

д.м.н., профессор
Тябут Т. Д.

д.м.н., профессор
Филиппович Н. Ф.

д.м.н., профессор
Хапалюк А. В.

д.м.н., профессор
Шанько Г. Г.

д.м.н., профессор
Шанько Ю. Г.

к.ф.н. Шеряков А. А.

д.м.н., профессор
Шишко Г. А.

к.м.н., доцент
Щавелева М. В.,

- М.: Медицина, 1968.
2. Карданов А.А., Макинян Л.Г., Лукин М.П. Оперативное лечение деформаций первого луча стопы: история и современные аспекты. – М.: Изд. дом «МЕДПРАКТИКА-М», 2008.
3. Mann R.A., Rudicel S., Graves S.C. Hallux valgus repair utilizing a distal soft tissue procedure and proximal metatarsal osteotomy: A long term followup // J. Bone Joint Surg. - 74A:124-129, 1992.
4. Mann R.A., Coughlin M.J. Surgery of the Foot and Ankle / 6th Ed. St. Louis, Mosby-Yearbook, 1993. - pp 167-276.
5. Coughlin M.J. Crossover second toe deformity // Foot Ankle. - 8:29-39, 1987.
6. DuVries H.L. Dislocation of the toe // JAMA. - 160:728, 1956.
7. Thompson F.M., Hamilton W.G. Problems of the second metatarsophalangeal joint // Orthopedics. - 10:83-89, 1987.

ТЕХНИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ВЫПОЛНЕНИЯ И МАТЕМАТИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ РОТАЦИОННОЙ РЕИНСЕРЦИИ НАРУЖНОЙ ЧАСТИ АХИЛЛОВА СУХОЖИЛИЯ ПРИ ОПЕРАТИВНОЙ КОРРЕКЦИИ ПЛОСКО-ВАЛЬГУСНОЙ ДЕФОРМАЦИИ СТОПЫ У ДЕТЕЙ

В.В. Лашковский, А.В. Белецкий

УО «Гродненский государственный медицинский университет», Гродно,
ГУ «Республиканский научно-практический центр травматологии и ортопедии»,
Минск, Беларусь

■ ВВЕДЕНИЕ

В последнее столетие математическое обоснование хирургических методов лечения используется в научных исследованиях. При этом создаются математические модели, выступающие как инструмент познания, исследование которых дает новую информацию об объекте изучения.

Математическое моделирование хирургических методик коррекции элементов костно-мышечной системы нашло широкое применение в травматологии и ортопедии [1-4, 6, 7]. Одним из объектов математического моделирования является стопа человека, которая рассматривается как сложная и важная анатомо-функциональная структура опорно-двигательного аппарата.

Наиболее значимой частью в биомеханической патоморфологии различных деформаций стопы является предплюсна, костные

структуры которой объединены в подтаранный комплекс - являющийся ключевым функциональным образованием [8]. Любые дисфункции заднего отдела стопы приводят к формированию морфологически значимых ортопедических заболеваний, в частности, плоско-вальгусной деформации.

С целью коррекции данной патологии кроме консервативных способов лечения предложено большое количество хирургических методик. В основе большинства операций лежит принцип локального воздействия на ведущее патогенетическое звено. В основном используются хирургические методики, направленные на механистическую коррекцию высоты продольного свода стопы. Во многих случаях этого оказывается недостаточно для получения длительного положительного результата.

Цель исследования: выполнить математическое обоснование и разработать технические параметры выполнения хирургической коррекции заднего отдела стопы при

ГЛАВА 8. ХИРУРГИЯ СТОПЫ

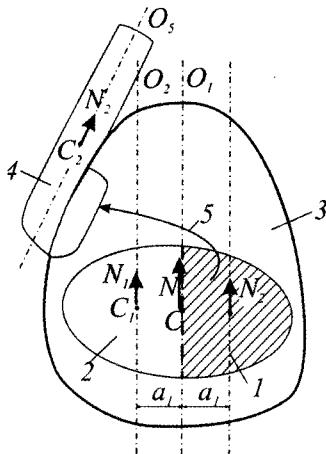


Рисунок 1. Фронтальная плоскость сечения.

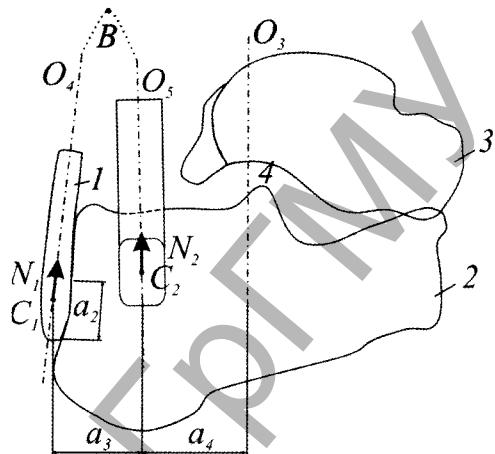


Рисунок 2. Сагиттальная плоскость сечения.

плоско-вальгусной деформации, направленные на изменение биомеханических параметров подтаранного комплекса у детей при A2B3 и C2D3 типах деформации.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

При составлении математической модели в качестве неизвестных величин принимаются усилия в области заднего отдела стопы. Пяточная кость находится в равновесии, поддерживаемая ахилловым сухожилием с одной стороны и сложным мягкотканым комплексом, расположенным на подошвенной поверхности стопы с другой, а также таранно-ладьевидно-пяточным и подтаранным суставами. Указанные анатомические образования фиксируют положение пяточной кости в пространстве и определяют форму свода стопы.

Нагрузка анатомических составляющих передается вдоль силовых линий костного скелета стопы, исходящих из областей прикрепления ахиллова сухожилия и мягкотканого комплекса подошвенной поверхности к пяточному бугру. Согласно данным R. Bertolini (1978), указанные силовые линии концентрируются на вершине подтаранного сустава и в переднем отделе пяточной кости [5].

Для воздействия на положение пяточной

кости достаточно изменить направление усилий, создаваемых связочно - сухожильно - мышечно - апоневротическим комплексом подошвенной поверхности стопы и ахилловым сухожилием относительно бугра пятонной кости (моменты сил в двух плоскостях: M_1 и M_2).

Вдоль центральной оси ахиллова сухожилия действует равнодействующая N . Значения внутренних усилий в связочно - сухожильно - мышечно - апоневротическом комплексе подошвенной поверхности стопы определять нет необходимости, так как они уравновешиваются усилиями, возникающими в ахилловом сухожилии. Тогда эффективность коррекции можно оценить по степени изменения величины и направления момента силы N относительно бугра пяточной кости.

Рассмотрим технические и математические аспекты предложенной нами ротационной реинсерции $\frac{1}{2}$ наружной порции ахиллова сухожилия на верхне-медиальную поверхность верхнего края пяточной кости (Способ оперативного лечения нефиксированной плоско-вальгусной деформации стопы у детей при неукороченном ахилловом сухожилии. Заявка на изобретение № а20091107, заявл. 21.07.2009).

Операция выполняется из поперечного

доступа длиной 3-4 см по каждой складке несколько выше точки прикрепления tendo Achilli к бугру пятитной кости. Сухожилие открывается на протяжении 4-5 см., а так же выделяется место его прикрепления к пятитной кости. Строго в сагиттальной плоскости, продольным вертикальным разрезом указанное сухожилие делится на две равные части. Наружная часть сухожилия отсекается от бугра пятитной кости, при этом необходимо стремиться к максимально возможной длине данной порции сухожилия. После дезинсепции свободная часть сухожилия прошивается двумя внутриствольными швами.

На верхне-внутренней поверхности пятитной кости, кзади от подтаранного сустава производится П-образное рассечение надкостницы с основанием направленным к подошвенной поверхности стопы. Надкостница отслаивается и смещается книзу. Удаляется кортикальная пластинка размером 5 x 5 мм и формируется костный паз.

Выполняется ротация $\frac{1}{2}$ части tendo Achilli вовнутрь. На дне костного паза сверлом или шилом формируются два поперечных канала с выходом на противоположную кортикальную пластинку. Через эти костные каналы проводятся нити, фиксированные внутриствольно в $\frac{1}{2}$ наружной ротированной части tendo Achilli. При их натяжении конец сухожилия погружается в костный паз и нити завязываются на наружной кортикальной пластинке. П - образный лоскут надкостницы смещается кверху на пересаженное сухожилие, что создаёт дополнительную прочность крепления пересаженной порции сухожилия на новом месте. В послеоперационном периоде используется циркулярная гипсовая повязка на период 5 – 6 недель.

В результате выполненной операции функция заднего отдела стопы изменяется в двух плоскостях: фронтальной и сагиттальной.

Фронтальная плоскость. До операции равнодействующая N_2 в области 1 создает пронационный момент относительно точки С. Наружная часть ахиллова сухожилия 1 (рисунок 1), перемещается 5 на внутренний край пятитной кости, вследствие чего момент от N_2 меняет свое пронационное действие на

супинационное. Интактная часть 2 ахиллова сухожилия создает супинационный эффект (момент силы N_1 направлен по часовой стрелке относительно точки С), который в дооперационном состоянии нивелировался пронационным эффектом перемещаемой части 1 (момент силы N_2 направлен против часовой стрелки относительно точки С).

Равнодействующая усилий N смещается кнутри на $\frac{1}{2}$ ширины ахиллова сухожилия, вызывая дополнительное супинационное усилие. При этом равновесие нарушается и это приводит к возникновению момента, ротирующего пятитную кость внутрь, а так же усилия, приподнимающего передний отдел пятитной кости.

Продольное рассечение ахиллова сухожилия выполняется на протяжении 5-7 см от пятитного бугра кверху, при этом область за-крепления верхней части сухожилия остается неизменной (рисунок 2, точка В).

В этом случае равнодействующая усилий N_2 направлена вдоль оси О5, которая наклоняется относительно О2 (рисунок 1). Угол наклона определяется длиной рассеченной части сухожилия (для численной оценки принимаем длину рассеченной части 7 см), расстоянием его перемещения (принимается 1 см, при ширине сухожилия в области прикрепления к пятитной кости 2 см) и равен $\arctg(1\text{см}/7\text{см}) \approx 8,1^\circ$. Так как рассечение производится на две равные по ширине части, то $N_1=N_2$, уравнение равновесия относительно точки С принимает вид: $N_1a_1+N_2a_2/\cos(8,1^\circ)=N_1a_1+N_2a_2/\cos(8,1^\circ)=N_1(a_1+2a_2/\cos(8,1^\circ))=0$

Так $a_1=a_2=20/4=5\text{мм}$, то

$$N_1(a_1+2a_2/\cos(8,1^\circ))=N_1(5+2\cdot5/\cos(8,1^\circ))=15,1N_1$$

Таким образом, супинационный момент после операции во фронтальной плоскости увеличился в 1,5 раза.

Сагиттальная плоскость. При плоско – вальгусной деформации стопы суммарные усилия N_1 и N_2 в дооперационном положении создают не только пронижающий эффект на уровне заднего отдела стопы, но и стремящийся прижать передний отдел пятитной кости к

ГЛАВА 8.

ХИРУРГИЯ СТОПЫ

опорной поверхности (рисунок 2). После операции наружная часть ахиллова сухожилия

1, перемещается кпереди на верхнее - внутренний край пятоной кости на расстояние a_3 и ее новое положение определяет ось O_5 . Корригирующее усилие в сагиттальной плоскости складывается из двух составляющих: равнодействующей N_1 , оставшейся части и равнодействующей N_2 перемещенной. Действие N_1 до и после коррекции остается неизменным. Момент усилия N_2 относительно точки 4 уменьшается пропорционально расстоянию (a_2+a_4), так как значения сил N_1 и N_2 не изменяются. Это приводит к уменьшению величины сгибающего момента в отношении переднего отдела пятоной кости.

Для численной оценки корригирующего эффекта в сагиттальной плоскости принимаем: $(a_2+a_4)=3,5$ см; величину перемещения $a_3=1,5$ см; длину рассечённой части 7 см, ее горизонтальную проекцию (ширину) – 1 см; тогда угол наклона O_4 к вертикальной оси O_3 равен $\arctg(1/7) \approx 8,1^\circ$. Так как сухожилие разделяется на две равные части, то $N_1=N_2$, и момент в дооперационном состоянии:

$$M_d = N_1(a_3 + a_4)/\cos(8,1^\circ) + N_2(a_3 + a_4)/\cos(8,1^\circ) = 2N_1, \\ (a_3 + a_4)/\cos(8,1^\circ) = 2N_1 \cdot 3,5/\cos(8,1^\circ) = 7,07N_1$$

После коррекции:

$$M_k = N_1(a_3 + a_4)/\cos(8,1^\circ) + N_2a_4/\cos(8,1^\circ) = N_1, \\ (a_3 + a_4)/\cos(8,1^\circ) + N_1a_4/\cos(8,1^\circ) = N_1 \cdot 3,5/\cos(8,1^\circ) + N_1 \cdot 2/\cos(8,1^\circ) = 5,55N_1$$

Изменение момента в этом случае:

$$M_d - M_k = 7,07N_1 - 5,55N_1 = 1,52N_1 \text{ или}$$

$$\frac{M_d - M_k}{M_d} \cdot 100\% = \frac{7,07 - 5,55}{7,07} \cdot 100\% = 27\%$$

Таким образом, коррекция в сагиттальной плоскости составляет 27% за счет уменьшения усилия сгибания и прижатия к опорной поверхности переднего отдела пятоной кости. Действие N_2 при сокращении икроножной мышцы помимо увеличения супинационного усилия приводит к увеличению высоты внутренней части свода стопы за счет дополнительной поддержки верхнее - внутрен-

ней части пятоной кости и перемещения ее вперед.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Таким образом, при использовании математического моделирования возможна численная оценка эффективности оперативного вмешательства на заднем отделе стопы при плоско – вальгусной деформации. При этом можно отметить, что при выполнении данного типа оперативного вмешательства на уровне подтаранного сустава возникает положительный эффект в двух плоскостях – сагиттальной и фронтальной. Данный вид оперативного вмешательства может быть использован у детей в возрасте от 5 до 10 лет при нефиксированной форме плоско-вальгусной деформации стопы C2, D3 и A2, B3 степени тяжести и отсутствии эффекта от комплексного консервативного лечения на протяжении не менее одного года. За счет изменения биомеханических параметров функционирования заднего отдела стопы будет происходить постепенная коррекция патологических анатомических отклонений.

ВЫВОДЫ:

- Предложенная методика хирургической коррекции плоско-вальгусной деформации стопы у детей математически обоснована. Она позволяет получить корригирующий эффект в двух плоскостях: сагиттальной и фронтальной.
- Методика операции является малоинvasive и простой в исполнении.
- Ротационная реинсертация ахиллова сухожилия при плоско-вальгусной деформации стопы позволяет увеличить супинационный момент во фронтальной плоскости в 1,5 раза, а так же получить положительный корригирующий эффект в сагиттальной плоскости на 27% за счет уменьшения усилия сгибания и прижатия к опорной поверхности переднего отдела пятоной кости.

ЛИТЕРАТУРА

- Применение математического компьютерного моделирования при разработке и прогнозировании биомеханического поведения

- эндопротезов тазобедренного сустава / А.А. Ильин [и др.] // Вест. травматол. ортопед. им. Н.Н. Приорова. - 2009. - № 3. - С. 7-13.
2. Прокопчук, Ю.А. Системное моделирование и конструирование средств реабилитации опорно-двигательного аппарата человека/ Ю.А. Прокопчук, А.П. Аллатов, П.А. Белоножко // Математическое моделирование и биомеханика в современном университете: труды междунар. Школы-семинара, пос. Абрау - Дюрсо, 23-27 мая 2005г. / Гл. ред. А.В. Ватульян. – Ростов-на-Дону: НПК «Гефест» ООО «Кописервис», 2005. – С. 37-39.
3. Сикилинда, В.Д. Моделирование в задачах травматологии и ортопедии / В.Д. Сикилинда, В.А. Еремеев, А.В. Наседкин // Математическое моделирование и биомеханика в современном университете: труды междунар. школы – семинара, пос. Абрау - Дюрсо, 23 - 27 мая 2005г./ Гл. ред. А.В. Ватульян. – Ростов-на-Дону: НПК «Гефест» ООО «Кописервис», 2005. – С. 43-48.
4. Шевц, Р.Л. Ортопедия неопорных стоп: проблемы механики, моделирования, компьютеризации / Р.Л. Шевц // Математическое моделирование и биомеханика в современном университете: труды междунар. школы – семинара, пос. Абрау - Дюрсо, 23 - 27 мая 2005г./ Гл. ред. А.В. Ватульян. – Ростов-на-Дону: НПК «Гефест» ООО «Кописервис», 2005. – С. 51-53.
5. Bertolini, R. Atlas der anatomie des menschen. Band 1: Arm und Bein / R. Bertolini, G. Leutert. – VEB Georg Thieme Leipzig, 1978. – S. 186 – 187.
6. Liggins, A.B. Foot and ankle measures using instrumented gait analysis: modeling challenges and practical adaptations / A.B. Liggins // Биомеханика стопы человека: междунар. науч.-практ. конф., Гродно, 18–19 июня 2008 г. / ГНУ НИЦПР НАНБ; редкол.: А.И. Свириденок (отв. ред.) [и др.]. – Гродно: ГрГУ, 2008. – С. 24 – 27.
7. Pauk, J. Gait assessment in diplegia patients using mathematical modeling / J. Pauk // Journal of Vibroengineering. – July / September 2007, Vol. 9. Issue 3. - P. 53 – 56.
8. Sarrafian, S.K. Biomechanics of the subtalar joint complex / S.K. Sarrafian // Clinical Orthopaedics and Related Research. – 1993. - № 290. – P. 17 – 26.

СТАНДАРТЫ РЕНТГЕНОЛОГИЧЕСКОГО ОБСЛЕДОВАНИЯ И КЛАССИФИКАЦИЯ ПЛОСКО-ВАЛЬГУСНОЙ ДЕФОРМАЦИИ СТОПЫ

30.10

В.В. Лашковский, А.В. Белецкий

УО «Гродненский государственный медицинский университет», Гродно
ГУ «Республиканский научно-практический центр травматологии и ортопедии», Минск, Беларусь

■ ВВЕДЕНИЕ

К физическим методам исследования стопы человека относятся: плантоскопия, фотоплантоскопия, подошвенная компьютерная барография, спиральная и компьютерная томография, сонография. Перечисленные методики имеют ограниченное применение в практическом здравоохранении. В тоже время рентге-

нологический метод обследования общедоступен, он является ключевым как в диагностике, так и оценке результатов коррекции. Он позволяет объективно судить о развитии структур скелета стопы [8, 10, 11].

К настоящему времени предложено много способов анализа рентгенограмм стопы,