

Деформации стоп у детей с ДЦП

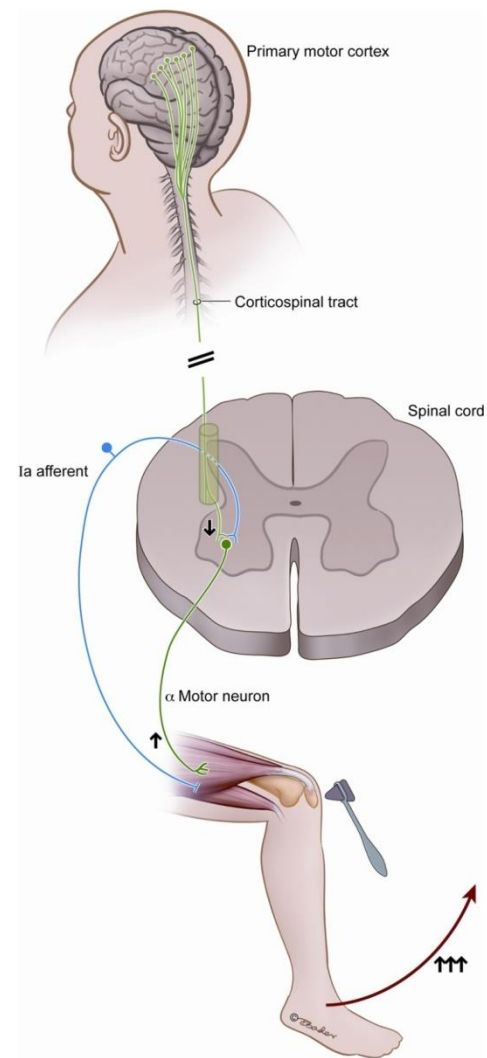
- Патология опорно-двигательного аппарата при ДЦП носит **приобретенный** характер
- Теоретически ее можно **прогнозировать, предотвратить или уменьшить**



- Патология опорно-двигательного аппарата при ДЦП носит **приобретенный** характер
- Теоретически ее можно **прогнозировать, предотвратить или уменьшить**

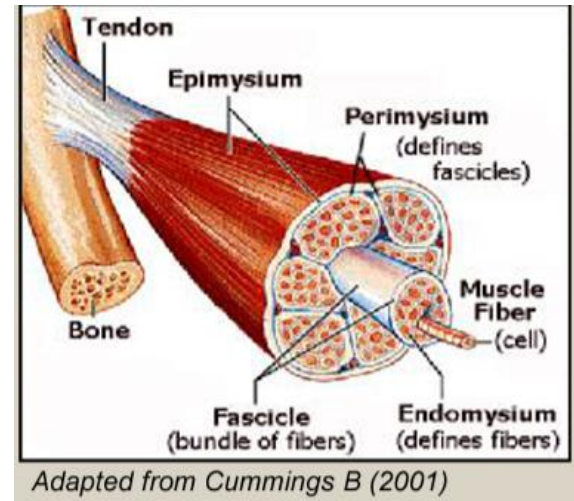


- При спастических формах ДЦП формирование контрактур является типичным проявлением заболевания
- Контрактура приводит к ограничению амплитуды движений и функциональному укорочению мышц



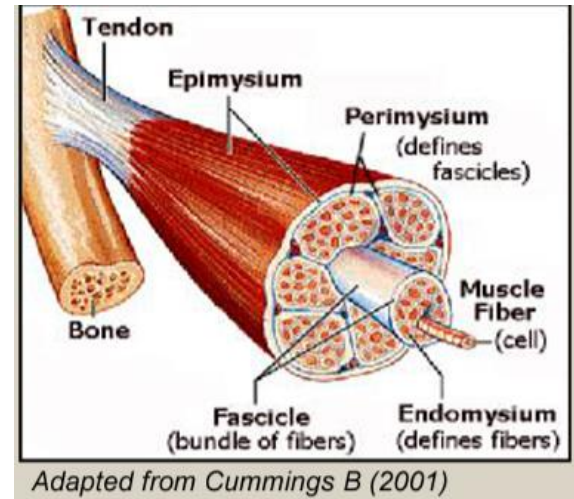
ЧТО ОПРЕДЕЛЯЕТ тяжесть ортопедических проявлений?

- При спастических формах ДЦП формирование контрактур является типичным проявлением заболевания
- Контрактура приводит к ограничению амплитуды движений и функциональному укорочению мышц

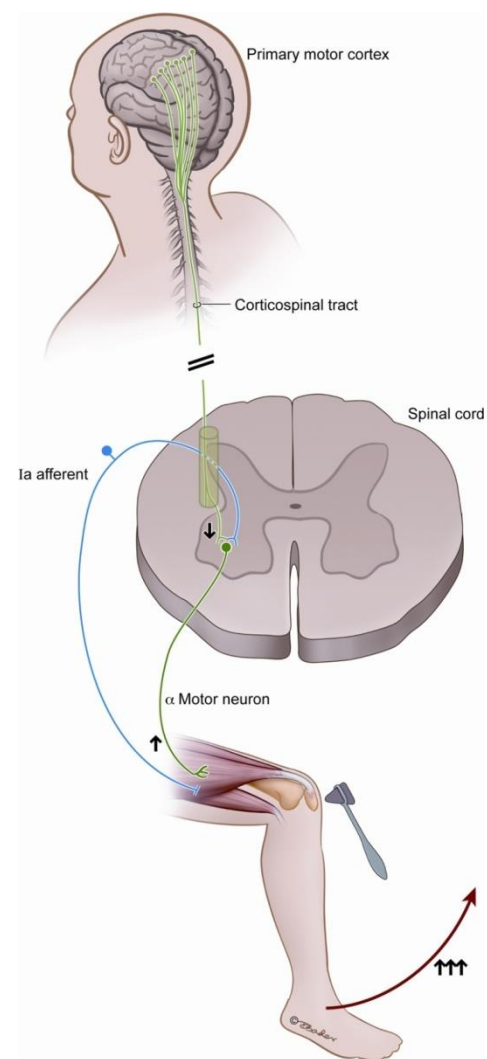


ЧТО ОПРЕДЕЛЯЕТ тяжесть ортопедических проявлений?

- Несмотря на огромное количество исследований, на сегодняшний день нет полного представления о вторичных адаптивных изменениях в мышцах при ДЦП и их роли в формировании контрактур



- Даже после успешного устранения спастичности с помощью ризотомии контрактуры продолжают формироваться в течение последующих 10 лет (Tedroff et al., 2011)



Определение понятий

- В ортопедической литературе под контрактурой принято понимать ограничение движений в суставе. Уже на первом году жизни у пациентов со спастическими формами ДЦП ограничение движений связано с нарастанием спастичности, однако в состоянии релаксации амплитуда движений в суставах остается в пределах физиологической.

Определение понятий

По мере роста вследствие перерождения мышечной ткани происходит трансформация контрактуры. В связи с этим, во избежание семантических затруднений, нами используется следующая терминология:

- **Нефиксированная (тоническая) контрактура**
- **Фиксированная контрактура**
- **Переходные контрактуры**

Определение понятий

- **Нефиксированная** (тоническая) контрактура – ограничение движений в суставе, связанное с повышением тонуса мышц, полностью устраняющееся пассивно при миорелаксации.
- **Фиксированная** контрактура – стойкое ограничение движений в суставе, обусловленное истинным анатомическим укорочением мышц и связок по отношению к длине сегмента, не устраняющееся пассивно при миорелаксации.
- **Переходные** контрактуры – этап трансформации, отражающий начало формирования фиксированной контрактуры на фоне существующего гипертонуса. Клинически переходная контрактура характеризуется возможностью пассивного движения в пределах физиологической амплитуды, но полная коррекция возможна за счет преодоления эластического сопротивления тканей и не зависит от релаксации.

- Сгибательную контрактуру в голеностопном суставе традиционно именуют эквинусной контрактурой, или кратко – эквинусом (от латинского «pes equinus» – конская стопа).

В зависимости от формы заболевания и возраста (эквинус)

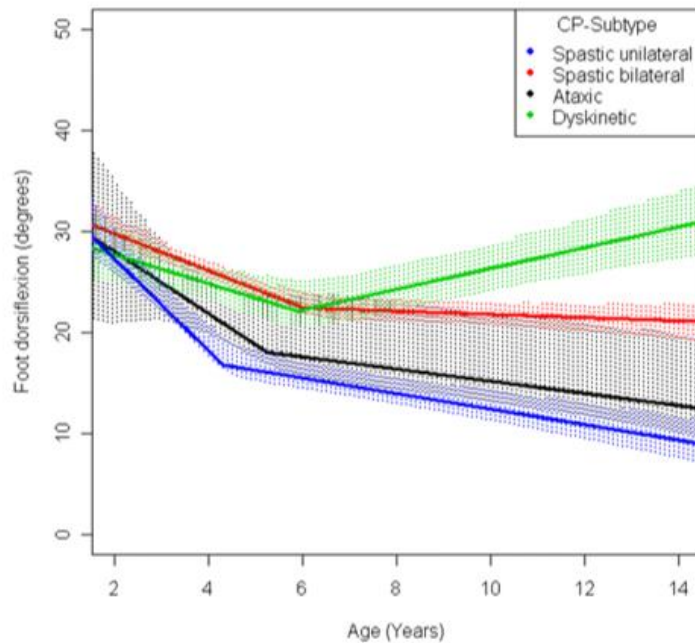


Figure 15
Foot - dorsiflexion, mean range of motion (with 95% confidence interval) related to age at measurement and cerebral palsy (CP) subtype in a total population of children with CP.

Research article

[Open Access](#)

Development of lower limb range of motion from early childhood to adolescence in cerebral palsy: a population-based study

Eva Nordmark^{*1,2}, Gunnar Hägglund³, Henrik Lauge-Pedersen³, Philippe Wagner⁴ and Lena Westbom^{2,5}

- При гемиплегии – наиболее выражена ретракция
- При гиперкинетической форме - наименее

Зависимость спастичности от формы заболевания и возраста (эквинус)

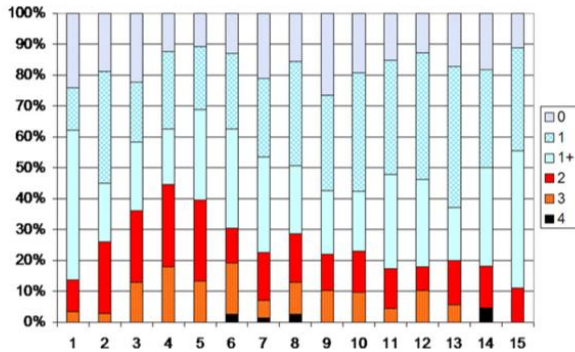


Figure 5
Degree of spasticity children with unilateral CP according to Figure 4. Children treated with TAL excluded.

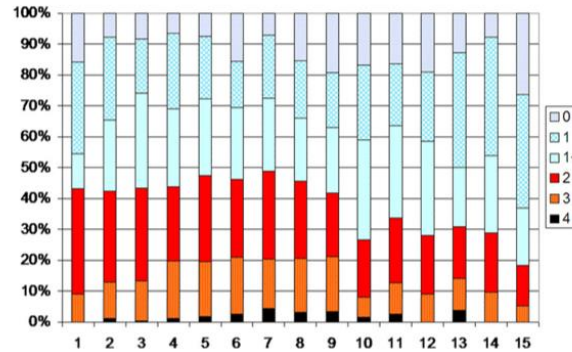


Figure 7
Degree of spasticity in the children with bilateral CP according to Figure 5. Children treated with SDR, ITB or TAL excluded.

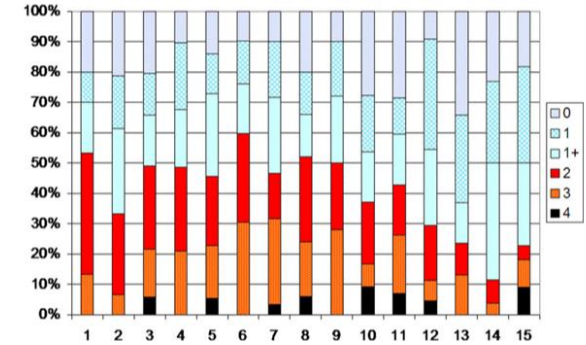


Figure 8
Degree of spasticity in the gastrocnemius-soleus muscle according to the modified Ashworth scale related to age in the total sample of children with dyskinetic CP (72 children, 882 measurements). Number of measurements presented as a percentage of the total number of measurements in each age group.

Гемиплегия

Диплегия

Гипереркинетическая

- При гемиплегии – спастичность наиболее заметно падает с возрастом
- При гиперкинетической форме и диплегии - менее

Зависимость контрактуры от спастичности

- Прямая зависимость - чем больше спастичность, тем сильнее контрактура

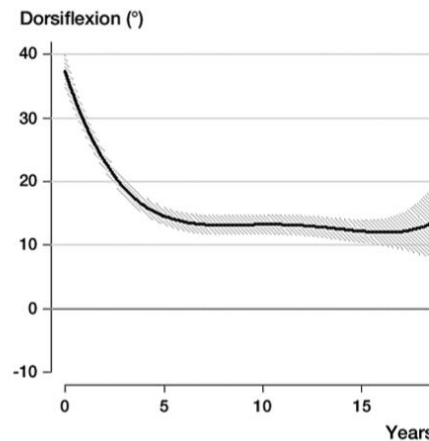


Figure 1. Development of dorsiflexion of the ankle joint (mean, 95% CI) up to 18 years of age in the total sample of 355 children with CP. The analysis is based on 2,796 examinations of both legs in all 355 children.

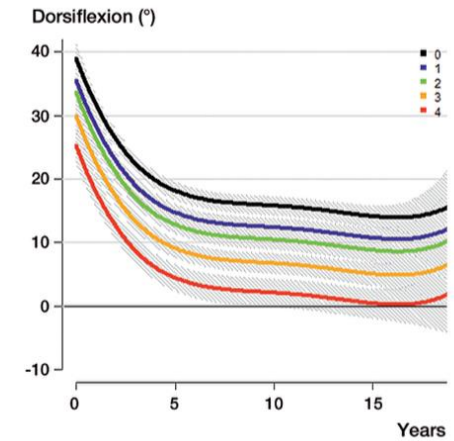


Figure 2. Development of dorsiflexion of the ankle joint (mean, 95% CI) related to level of spasticity according to the Ashworth scale.

Spasticity of the gastrosoleus muscle is related to the development of reduced passive dorsiflexion of the ankle in children with cerebral palsy

A registry analysis of 2,796 examinations in 355 children

Gunnar Hägglund¹ and Philippe Wagner²

Распределение пациентов в зависимости от характера эквинуса (Кенис В.М., 2013)

Возраст	Всего пациентов с эквинусными установками	Характер эквинуса	
		Тонические и переходные контрактуры	Фиксированные контрактуры
1-4 года	22	19	3*
5-7 лет	19	11	8
8-11 лет	16	5	11*
12 лет и старше	15	3	12*
Всего	72	38	34

* - $p < 0,05$

Показатели спастичности трехглавой мышцы голени (Кенис В.М., 2013)

Возраст	Средний показатель тонуса трехглавой мышцы голени	
	При разогнутом коленном суставе	При согнутом коленном суставе
1-4 года	3,2±0,9	2,9±1,1*
5-7 лет	3,5±1,1	3,0±0,8
8-11 лет	3,1±0,8	2,8±0,5*
12 лет и старше	2,7±1,1	2,6±0,7
Все пациенты	3,13±1,0	2,88±0,9*

* - p<0,05

Формирование многоплоскостных деформаций стоп у детей с ДЦП

- В практическом обиходе имеются общепринятые терминологические стереотипы, используемые для описания наиболее распространенных вариантов многоплоскостных деформаций стопы. Это относится к терминам эквино-плано-вальгусная и эквино-каво-варусная деформация стопы.

Формирование многоплоскостных деформаций стоп у детей с ДЦП

- Основные паттерны деформации стопы, являющиеся продолжением движения ее заднего отдела, можно представить как пронационный и супинационный. Пронационный паттерн заключается в общем движении стопы в направлении от средней линии тела, а супинационный, соответственно – в направлении средней линии.





- Пронационная деформация стопы характерна для всех форм тетрапареза (спастическая диплегия, двойная гемиплегия, гиперкинетическая и атонически-астатическая формы).

- При гемипаретической форме ведущим является супинационный паттерн деформации. При спастической диплегии количество пациентов с пронационным паттерном прогрессивно увеличивается с возрастом прежде всего за счет уменьшения количества детей с нейтральным паттерном девиации.
- При гемипаретической форме имеется важная закономерность: у детей младшей возрастной группы чаще других вариантов встречается пронационный, однако в более старших возрастных группах прогрессивно увеличивается количество пациентов с супинационным паттерном.

Принципы выбора тактики лечения при наличии эквинуса:

- Наличие эквинусной установки в вертикальном положении без выраженного повышения тонуса трехглавой мышцы голени является показанием для ортезирования в соответствии с основным стереотипом патологической позы.
- Тонический эквинус является показанием к нейромышечным блокадам трехглавой мышцы голени с последующим ортезированием.

Принципы выбора тактики лечения при наличии эквинуса:

- Переходный вариант эквинусной контрактуры является показанием к комбинированному использованию нейромышечных блокад и этапных гипсовых коррекций с последующим ортезированием.

Принципы выбора тактики лечения при наличии эквинуса:

- Фиксированные эквинусные контрактуры являются показанием к хирургической коррекции, при этом характер вмешательства должен быть различным в зависимости от того, какие порции трехглавой мышцы голени ретрагированы, от степени выраженности контрактуры, от возраста пациента и от фонового гипертонуса самой мышцы.

- Анализ мобильности при пронационных и супинационных вариантах деформации стоп у детей с ДЦП показывает, что при супинационном варианте собственно деформация (ее тяжесть), как правило, преобладает над мобильностью.
- При пронационном варианте, напротив, мобильность у большинства пациентов существенно преобладает над деформацией.
- В возрастном аспекте отмечается закономерная тенденция к снижению мобильного компонента деформации как при супинационном, так и при пронационном варианте

- Отсюда закономерно проистекает основное тактическое различие в подходах к лечению патологии стоп в этих группах: при супинационном варианте устранение деформации в основном должно быть направлено на ее коррекцию, а при пронационном – на стабилизацию.

Рентгенологическая диагностика

- Рентгенография стоп производится в прямой и боковой проекциях **с нагрузкой (стоя)**, и при необходимости дополняется рентгенограммами без нагрузки
- При анализе рентгенограмм используются критерии соотношений в суставе, разработанные В.И. Садофьевой, а также ангулометрические параметры

Голеностопный сустав в сагиттальной плоскости

- Патологические смещения по направлению движения в суставе (эквинусные и пяточные децентрации и подвывихи);
- Патологические смещения по ширине, не совпадающие с направлением движения в суставе (передние и задние подвывихи).



Подтаранный сустав:

- Опущение (по В.И. Садофьевой – «проваливание») таранной кости

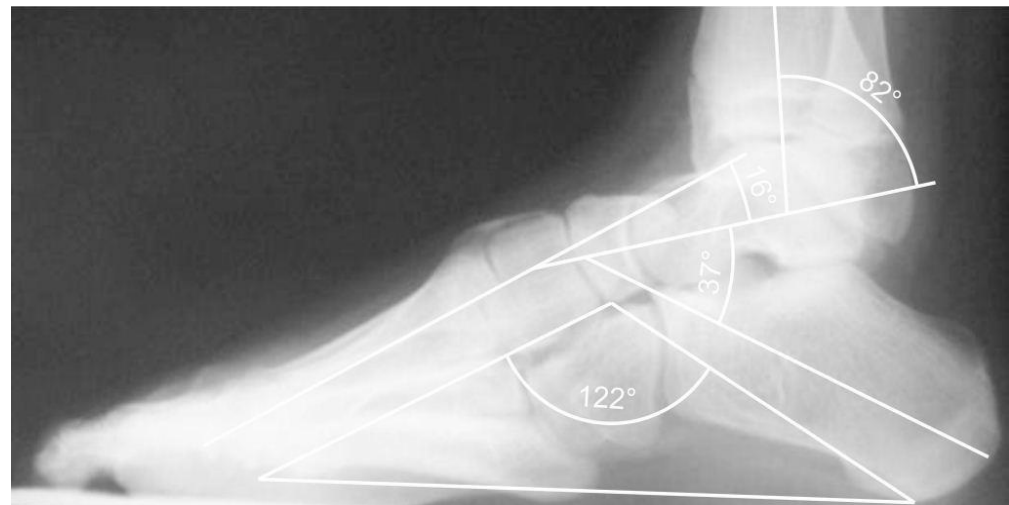
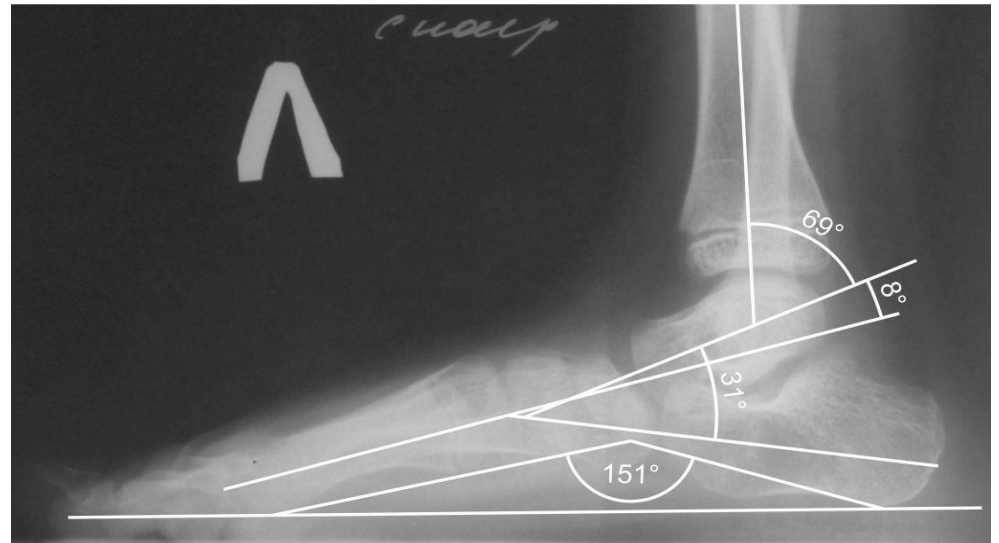


Таранно-ладьевидный сустав:

- В сагиттальной плоскости – тыльные и подошвенные децентрация и подвывих;
- Во фронтальной плоскости – медиальные и латеральные децентрация и подвывих.

Ангулометрические параметры в сагиттальной плоскости:

- Большеберцово-таранный угол;
- Таранно-пяточный угол;
- Угол продольного свода;
- Таранно-плюсневый угол (угол Meary).



- Нарушения в сагиттальной плоскости при основных вариантах имеют общую тенденцию к формированию эквинусной децентрации и подвывиха. Нарушения соотношения в голеностопном суставе наблюдаются уже у большинства детей младшей возрастной группы.

- Наиболее частыми вариантами нарушений соотношений являются эквинусная децентрация и подвывих, а также передний подвывих таранной кости. Во многих случаях передний и эквинусный подвывихи имеют место одновременно. Это объясняется тягой трехглавой мышцы голени, приводящей к смещению таранной кости.

- При пронационном варианте чаще встречаются тыльный и латеральный подвывихи в таранно-ладьевидном суставе, опущение головки таранной кости; при супинационном варианте чаще встречаются подошвенный и медиальный подвывихи в таранно-ладьевидном суставе, опущение головки таранной кости и параллельное положение таранной и пяточной костей.

Деформации стоп при ДЦП

Мышечный дисбаланс

Осевая нагрузка

Прогрессирующие
контрактуры

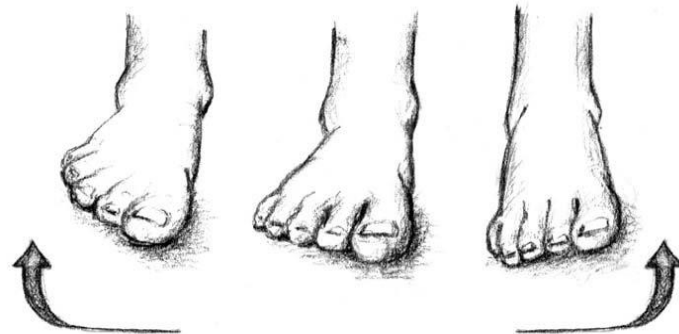
Деформации костей и
суставов

Паттерны деформации

Эквинус

Инверсия Эверсия

Нормальная биомеханика



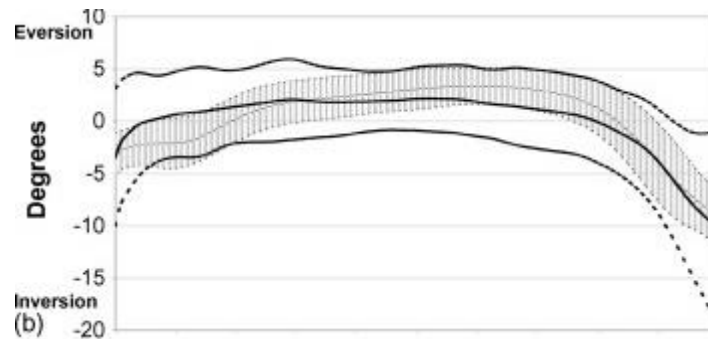
Эверсия

- Экстензия
- Пронация
- Вальгус

Инверсия

- Флексия
- Супинация
- Варус

Нормальная биомеханика



Эверсия

- Середина опорной фазы
- Середина фазы переноса

Инверсия

- Передний толчок
- Задний толчок

Рефлексы новорожденного



Step
reflex



Феномен Штрюмпеля (“тибиальная синкинезия”)

При согнутом коленном суставе сгибание бедра против сопротивления приводит к тыльной флексии и супинации стопы при гемиплегии и пронации – при диплегии

Адольф фон Штрюмпель (1845-1900), профессор неврологии в Университете г. Эрлангена.

Первичный механизм – мышечная коконтракция



Мобильность деформации



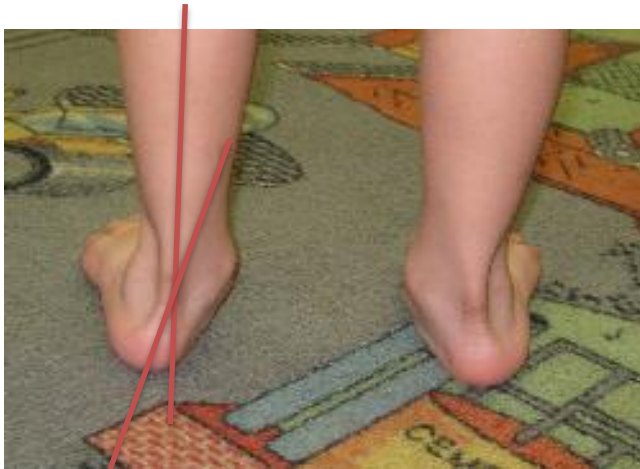
Под
нагрузкой



Без нагрузки



Мобильность деформации



Стоя в свободной позе



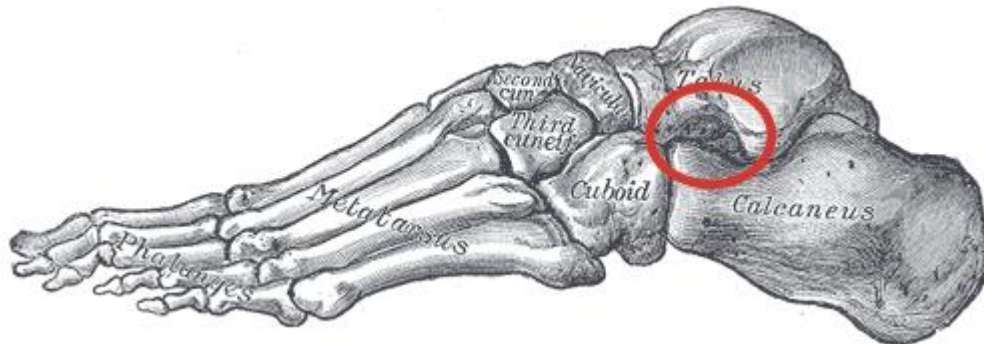
Стоя на цыпочках

Пронация в опорную фазу шага

Поглощение удара веса тела

Перенос траектории ротационного момента

Анатомическая предпосылка:
свободное пространство *sinus tarsi*



Пронация

Нестабильное состояние
При наличии
проприоцептивного дефицита
стремится к стабилизации за
счет контакта кость-кость в
области подтаранного сустава



Гиперпронация

Пронация



Гиперпронация

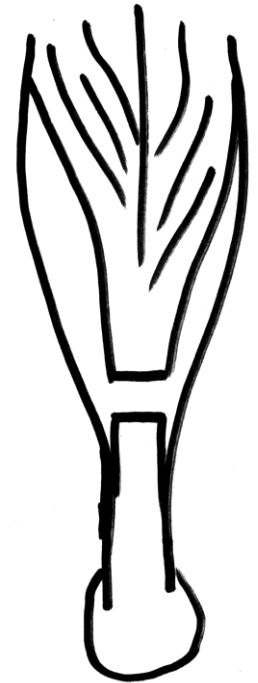
Порочный круг

- Первичный неврологический дефект приводит к развитию и прогрессированию деформации даже у неходячих детей
- Вес тела в положении стоя и при жодьбе способствует ее усугублению
- Постуральный дисбаланс и проприоцептивный дефицит ведут к гиперпронации и стабилизации в порочном положении

Профилактика

- Отсутствуют объективные данные о влиянии ортезов на прогрессирование плановальгусной деформации при ДЦП
- Результаты удлинения сухожилий перонеальных мышц и трехглавой мышцы голени противоречивы

Коррекция эквинуса



Коррекция эквинуса



Усугубление вальгуса после коррекции эквинуса

Стабилизация: подходы

Внесуставная

- Подтаранный артроэрез
- Удлиняющая остеотомия пяточной кости
- Корректирующие остеотомии

Суставная (артродез)

- Таранно-ладьевидный
- Пяточно-кубовидный
- Шопаров
- Трехсуставной

Мобильность деформации

Мобильность	Деформация стопы	
	ЭВДС (n = 23)	ПВДС (n = 48)
Нормальная мобильность	4 (17%)	31 (65%) *
Ограничение мобильности	9 (39%)	13 (27%)
Фиксированная деформация	10 (44%)	4 (8%) *

*- $p < 0,05$

- Нормальная мобильность: возможность пассивной гиперкоррекции;
- Ограничение мобильности: возможность коррекции до среднего положения;
- Фиксированная деформация: невозможность пассивной коррекции до среднего положения.

Вальгус vs. Варус

- Варусная деформация – в большей степени контрактура
- Вальгусная деформация – в большей степени нестабильность

Попытки хирургического восстановления мышечного баланса для коррекции ПВДС при ДЦП даже при мобильном ее характере оказались неэффективными
(в отличие от ЭВДС)

Рабочая классификация деформаций стоп у детей с ДЦП

Общие показатели	
Возрастные группы	<ul style="list-style-type: none">•Младше 5 лет; 5-7 лет; 8-11 лет; Старше 11 лет
Общие двигательные возможности	<ul style="list-style-type: none">•GMFCS I-V
Вариант патологической позы	<ul style="list-style-type: none">•Флексионный («тройное сгибание»)•Флексионный с преимущественным сгибанием голени•Флексионный с пяточными установками стоп•Экстензионный•Гиперэкстензионный
Локальные показатели (характеристики собственно патологии стоп)	
Вариант деформации стопы	<ul style="list-style-type: none">•Нейтральный; Вальгусная; Варусная
Характер контрактуры	<ul style="list-style-type: none">•Тоническая; Переходная; Фиксированная
Выраженность контрактур и деформаций стоп	<ul style="list-style-type: none">•Эквинус (в °); Положение заднего отдела (в °); Положение переднего отдела (в °)
Тонус трехглавой мышцы голени	<ul style="list-style-type: none">•Шкала Эшуорта (1-5 баллов)
Мобильность стопы	<ul style="list-style-type: none">•Тест Колмана (положительный/отрицательный)•Тест с нагрузкой (положительный/отрицательный)
Опорность стопы	<ul style="list-style-type: none">•Нарушена / не нарушена

Принятие решения...

- Для упрощения принятия решения о целесообразности оперативного лечения была предложена шкала, отражающая динамику патологических изменений
- Возраст пациента служил поправочным коэффициентом, а общие двигательные возможности и основной стереотип патологической позы – оценочными критериями
- Дополнительным поправочным коэффициентом являлся временной интервал, на протяжении которого оценивалась динамика

Расчет (принятие решения)

- Вначале оценивался уровень GMFCS на момент осмотра
- Трансформация позы в сторону ухудшения на одну позицию оценивалась в 1 балл
- Ухудшение деформации коленного сустава в положении стоя без трансформации основного стереотипа патологической позы оценивалось нами также в 1 балл

Принятие решения...

- Поправочный коэффициент при наличии отрицательной динамики за 6 месяцев составлял 2 балла, при отсутствии положительной динамики или отрицательной динамике патологической позы за 12 месяцев – 1 балл
- Возраст на момент обследования также являлся дополнительным коэффициентом:
 - 1-4 года – коэффициент 0;
 - 5-7 лет – коэффициент 0,5;
 - 8 лет и старше (две старшие возрастные группы по нашей стратификации) – коэффициент 1

Градации полученного индекса:

- **0 баллов** – **лечение адекватное**, осмотр через 6-12 месяцев.
- **0,5 - 1 балл** – имеется отрицательная динамика, требующая **интенсификации консервативного лечения**, коррекции ортезного снабжения, адаптации вспомогательных средств опоры; При отсутствии положительной динамики целесообразно принимать решение относительно оперативного лечения
- **Более 1 балла** – целесообразно **оперативное лечение**

Пример принятия решения

- Ребенок 6 лет, передвигается с помощью тростей, стоит в положении «тройного сгибания», сгибательные контрактуры коленных суставов
- При осмотре год назад также передвигался с дополнительными средствами опоры, но сгибательная контрактура была менее выражена



Пример принятия решения

- Отрицательная динамика оценивается в 1 балл, поправочный коэффициент на временной интервал составляет 1, на возрастной – 0,5
- **Итоговое значение индекса - 0,5**
- **Заключение:** необходимо **интенсивное консервативное лечение**, ортезирование, осмотр через 3 месяца
- При отсутствии положительной динамики за этот период необходимо **рассмотреть вопрос об оперативном лечении**



Хирургическая стабилизация при ПВДС: подходы

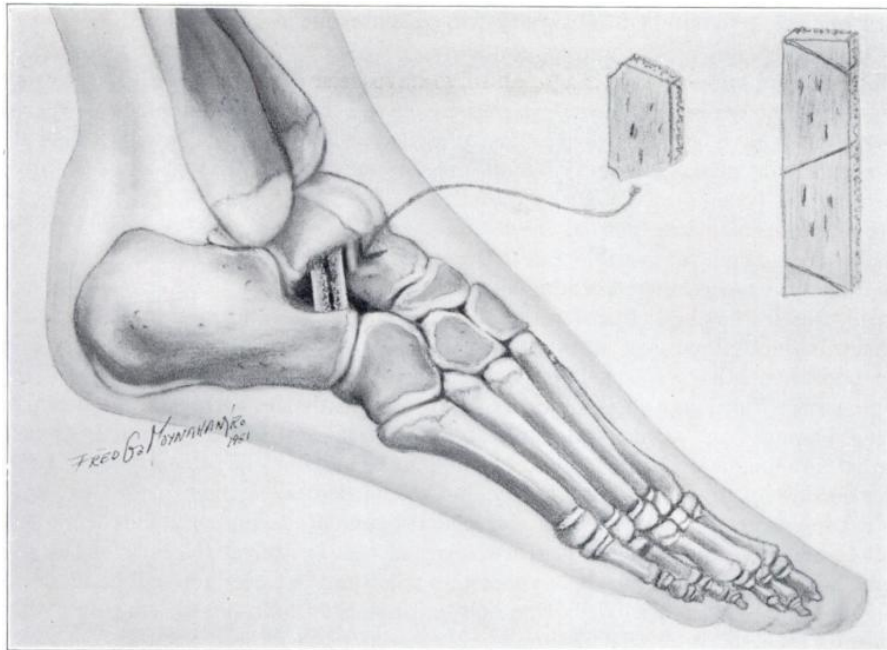
Внесуставная

- Подтаранный артроэрез/артродез
- Удлиняющая остеотомия пяточной кости
- Корректирующие остеотомии

Суставная (артродез)

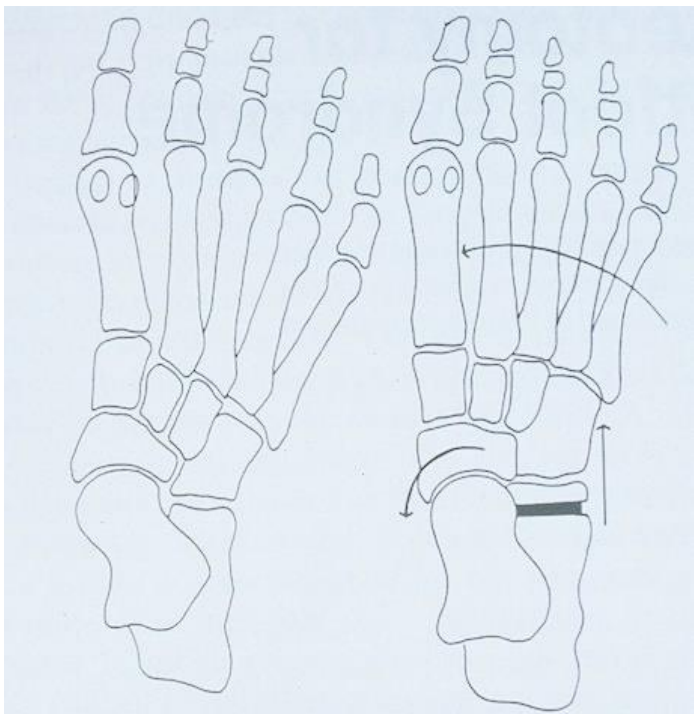
- Таранно-ладьевидный
- Пяточно-кубовидный
- Шопаров
- Трехсуставной

AN EXTRA-ARTICULAR ARTHRODESIS OF THE SUBASTRAGALAR JOINT FOR
CORRECTION OF PARALYTIC FLAT FEET IN CHILDREN
J Bone Joint Surg Am, 1952 Oct 01;34(4):927-956



**DAVID STEPHEN
GRICE**

Удлиняющая остеотомия пяточной КОСТИ



Dillwyn Evans
1910-1974

“CALCANEO-VALGUS DEFORMITY”

J Bone Joint Surg Br August 1975 vol. 57-B No.3, 270-278

Результаты коррекции абдукции у пациентов с ПВДС в зависимости от ее исходной величины

Вид операции	Абдукция	Кол-во операций/ неполная корр-я	Всего
Внесуставной артродез	<30°	31 / 0	56 / 7
	>30°	25 / 7 *	
Удлиняющая остеотомия	<30°	9 / 0	23 / 1
	>30°	14 / 1	

$p < 0,05$ - *, между видами вмешательств

Рентгенометрические показатели у пациентов после удлиняющей остеотомии пяточной кости

Показатель	Величина угла	
	До операции	Через 6-12 месяцев после операции
Большеберцово-таранный угол	145,4±12°	121±9°
Таранно пяточный угол	49±10°	28±6° *
Угол свода стопы	177±11°	152±13° *
Таранно-плюсневый угол	-12±3°	3±2° *
Угол таранно-пяточной дивергенции во фронтальной плоскости	39±7°	26±9° *
Таранно-плюсневый угол во фронтальной плоскости	-21±4°	2±3° *

p<0,05 - *, по отношению к исходному показателю

Рентгенометрические показатели у пациентов после внесуставного артродеза

Показатель	Величина угла	
	До операции	Через 6-12 месяцев после операции
Большеберцово-таранный угол	153,7±14°	111±13°
Таранно пяточный угол	56±9°	26±7° *
Угол свода стопы	173±18°	149±18° *
Таранно-плюсневый угол	-14±4°	5±4° *
Угол таранно-пяточной дивергенции во фр. плоскости	44±8°	23±7°

р<0,05 - *, по отношению к исходному показателю

Принятие решения...

- Внесуставной артродез подтаранного сустава позволял эффективно корригировать деформацию во всех случаях при абдукции до 30°
- При величине деформации более 30° эффективность коррекции снижалась до 72%

Принятие решения...

- Удлиняющая остеотомия пяточной кости была эффективна в отношении коррекции абдукции переднего отдела в 93% случаев при ее величине более 30°
- Таким образом, показанием к удлиняющей остеотомии пяточной кости следует считать наличие ПВДС у детей старше 8 лет при вальгусе заднего отдела до 20° и абдукции переднего отдела стопы более 30°

**Алгоритм выбора тактики хирургического лечения при
ПВДС при ДЦП**

<8 лет

**Вальгус $>30^\circ$ -
внесуставной
артродез**

**Вальгус $<30^\circ$ -
артроэрез имплан-
том**

8-11 лет

**Вальгус $>20^\circ$ -
внесуставной
артродез**

**Вальгус $<20^\circ$ -
остеотомия пяточ-
ной кости**

≥ 12 лет

**Вальгус $>20^\circ$ -
трехсуставной
артродез**

**Вальгус $<20^\circ$ -
остеотомия пяточ-
ной кости**

Алгоритмы оперативного лечения

- являются важными составляющими комплексной системы лечения, позволяющими обоснованно выбирать тактику хирургической коррекции у детей разного возраста с различными вариантами деформаций стоп
- Тем не менее, сложность и многообразие патологических изменений не позволяют полностью избежать ошибок и осложнений при ортопедическом лечении детей с ДЦП

Заключение

- Влияние коррекции плано-вальгусных деформаций на двигательные возможности не достаточно изучено
- Очевидно, что деформация стоп является частью общего патологического постурального паттерна
- Подтаранный имплант – элегантное решение в некоторых случаях