

**Национальная ассоциация по борьбе с инсультом
Союз реабилитологов России
Российская ассоциация по спортивной медицине и реабилитации больных и инвали-
дов
Межрегиональная общественная организация
«Объединение нейроанестезиологов и нейрореаниматологов»**

**ОБЪЕКТИВНАЯ ОЦЕНКА ФУНКЦИИ ХОДЬБЫ
КЛИНИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ**

2016

Подготовка текста рекомендаций
Скворцов Д.В., д.м.н. профессор (Москва)

Редакционная группа:

Прокопенко С.В., д.м.н., профессор (Красноярск)
Аброськина М.В., к.м.н. (Красноярск)
Кайгородцева С.А., (Красноярск)
Ястребцева И.П., д.м.н., доцент (Иваново)
Климов Л.В. к.м.н. (Москва)
Левин О.С. д.м.н., профессор (Москва)
Скрипкина Н.А. к.м.н. (Москва)
Буйлова Т.В. д.м.н. , профессор (Н. Новгород)

Утверждено профильной комиссией по медицинской реабилитации и анестезиологии-реанимации Экспертного Совета МЗ РФ. Председатели Г.Е. Иванова и Цыкунов М.Б.

Авторы настоящих рекомендаций не сообщают о конфликте интересов. Ни одна компания не финансировала подготовку данного издания

Оглавление

ВВЕДЕНИЕ	5
МЕТОДОЛОГИЯ СОСТАВЛЕНИЯ МЕТОДИЧЕСКИХ РЕКОМЕНДАЦИЙ	5
МОДЕЛЬ ПАЦИЕНТА	6
ПОДХОДЫ К ДИАГНОСТИКЕ НАРУШЕНИЙ	7
Атактическая походка	8
«Гемипаретическая» походка	9
Параспастическая походка	9
Спастика-атактическая походка	10
Гипокинетическая походка	10
Апраксия ходьбы	11
Идиопатическая сенильная дисбазия	11
Идиопатическая прогрессирующая «фризинг-дисбазия»	11
Походка в «позе конькобежца» при идиопатической ортостатической гипотензии	11
«Перонеальная» походка	12
Ходьба с переразгибанием в коленном суставе	12
«Утиная» походка	12
Ходьба с выраженным лордозом в поясничной области	13
Походка при заболеваниях опорно-двигательного аппарата	13
Гиперкинетическая походка	13
Нарушения походки при умственной отсталости	13
Походка (и другая психомоторика) при выраженной деменции	14
Психогенные нарушения походки разных типов	14
Дисбазия смешанного происхождения	14
Дисбазия ятрогенная	15
Дисбазия, вызванная болью (анталгическая)	15
Пароксизмальные нарушения походки	16
ОСНОВНЫЕ ТЕРМИНЫ И ПАРАМЕТРЫ	17
КЛИНИЧЕСКАЯ И ИНСТРУМЕНТАЛЬНАЯ ДИАГНОСТИКА	19
ДИАГНОСТИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ПРИ НАРУШЕНИЯХ ПОХОДКИ	19
КЛИНИЧЕСКИЕ ШКАЛЫ ОЦЕНКИ ФУНКЦИИ ХОДЬБЫ	19
МЕТОДЫ КЛИНИЧЕСКОГО ИНСТРУМЕНТАЛЬНОГО АНАЛИЗА ПОХОДКИ	20
Временные и пространственные характеристики	20
Методы исследования кинематических характеристик	21
Методы исследования динамических параметров	21
Методы исследования функции мышц	22
КОМПЛЕКСНОЕ КЛИНИЧЕСКОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ПОХОДКИ	22
Кинематика движений в суставах нижней конечности	22
Пространственные движения таза	23
Шесть детерминат походки	24
Динамические характеристики (реакции опоры)	26
Профили ЭМГ активности мышц в формате ЦШ	27
ЛИТЕРАТУРА	29

Список сокращений

БШ – база шага (step width)

Длина цикла шага (stride length)

ВДО – вторая двойная опора (second double support)

ВТ – вес тела

ДО – двойная опора (суммарная) (double support)

ДШ – длина шага (step length)

КАП – клинический анализ походки (CGA – Clinical Gait Analysis)

КОО – конец одиночной опоры

НОО – начало одиночной опоры

НВД – начало второй двойной опоры

ОО – одиночная опора (single support)

ОЦМ – общий центр масс тела (center of mass)

ПДО первая двойная опора (first double support)

ПО – период опоры (stance phase)

ПП – период переноса (swing phase)

СШ – скорость шага (walking speed)

УРС – угол разворота стопы (toe-out angle)

ЦШ – цикл шага (walking cycle)

ЧШ – частота шага (cadence of walking)

Введение

Инструментальное исследование функции ходьбы, как клиническое направление оформилось к 80-м годам прошлого века. Тогда же появились первые фундаментальные руководства. Это, одни из первых монографий (Inman V.T., Ralston H.J., Told F. 1981; Sutherland D.H. et al 1980; Basmajian J.V., DeLuca C.J. 1986). Данная отрасль медицины получила широкое распространение и название – клинический анализ походки (Clinical Gait Analysis – CGA). Последующие исследования определили более точно методики, нормативы (Winter D.A. 1990; 1991; Gage J.R. 1991; Whittle M.W. 1991; Perry J. 1992; Vaughan C.L., Davis B.L., O'Connor J. 1992).

Дальнейшие работы позволили утвердить стандарты (Wu G., Cavanagh P.R., 1995; Wu G. et al., 2002; 2005). Кроме стандартов, подготовленных международными научными сообществами, в ряде стран имеются национальные (ИРЕМ).

В конце прошлого, начале текущего века появились отечественные руководства по анализу походки (Витензон А.С. 1998; Скворцов Д.В. 1996; 2007).

Ходьба стала использоваться для диагностики двигательной патологии не случайно. У людей обычная «бипедальная» ходьба является филогенетически древним, хорошо автоматизированным, наиболее сложно организованным, циклическим двигательным актом. В нём, что не маловажно, участвует весь опорно-двигательный аппарат. Ходьба оптимально реализуется только при условии нормального функционировании большой совокупности физиологических систем: пирамидной, экстрапирамидной и мозжечковой, костно-суставно-мышечной, зрительной и вестибулярной.

Среди основных специальностей — потребителей функциональной информации, можно назвать следующие: реабилитация и, особенно ЛФК, неврология, ортопедия-травматология, протезирование, вертеброневрология, ревматология, спортивная медицина, оториноларингология, офтальмология, остеопатия, мануальная медицина и некоторые другие специальности.

МЕТОДОЛОГИЯ СОСТАВЛЕНИЯ МЕТОДИЧЕСКИХ РЕКОМЕНДАЦИЙ

Методы, использованные для сбора/селекции доказательств:

- поиск в электронной базе данных
- публикации в профильных медицинских журналах, монографиях

Описание методов, использованных для сбора/селекции доказательств: доказательной базой для рекомендаций явились публикации, вошедшие в базу данных MEDLINE, PUBMED, DiseasesDB, eMedicine. Глубина поиска составила 70 лет.

Методы, использованные для оценки качества доказательств:

- консенсус экспертов
- оценка значимости в соответствии с опубликованными исследованиями

Методы, использованные для формулировки рекомендаций: консенсус экспертов.

Индикаторы доброкачественной практики (Good Practice Points – GPPs):

Рекомендуемая качественная практика базируется на клиническом опыте членов рабочей группы по разработке рекомендаций.

Экономический анализ: анализ стоимости не проводился, проанализированные источник литературы не дают необходимой информации по экономической части.

Метод валидации рекомендаций:

- внешняя экспертная оценка
- внутренняя экспертная оценка

Консультации и экспертная оценка

Основные вопросы обсуждались на конгрессах «Нейрореабилитация 2013-16». Предварительная версия была выставлена для широкого обсуждения на сайте www.rehabrus.ru для того, чтобы лица, не участвующие в конгрессе имели возможность принять участие в обсуждении и совершенствовании рекомендаций.

Рабочая группа: для окончательной редакции и контроля качества рекомендации были повторно проанализированы членами рабочей группы, которые пришли к заключению, что все замечания и комментарии экспертов приняты во внимание, риск систематических ошибок при разработке рекомендаций сведен к минимуму.

Связанные рекомендации профессиональных медицинских сообществ РФ

1. Клинические рекомендации Союза реабилитологов России (СРР) «Вертикализация пациентов в процессе реабилитации» [<http://rehabrus.ru>]
2. Клинические рекомендации СРР "Постуральная коррекция в процессе проведения реабилитационных мероприятий пациентов с очаговым поражением головного мозга» [<http://rehabrus.ru>]
3. Клинические рекомендации СРР «Диагностика и реабилитация нарушений функции ходьбы и равновесия при синдроме центрального гемипареза в восстановительном периоде инсульта» [<http://rehabrus.ru>].

Модель пациента

Критериями и признаками, определяющими модель пациента, является нарушение функции ходьбы любого генеза, сопровождающееся ощущением неустойчивости и потерей равновесия (табл. 1).

Таблица 1

Характеристика модели пациента

Обязательная составляющая модели	Описание составляющей
Клиническая ситуация	Состояния после повреждения и травм структур нервной системы различной этиологии
МКБ-10	A80-A89, B20-B24, B90-B94, C69-C72, F10-F19, F30-F39, F90-F98, G04-G13, G35-G37, G60-G64, G80, G 91, G 92, H81-83, I60-I69, S00-S09, Y91
Исключаются группы заболеваний согласно МКБ-10	(искл. G00-G03 - менингиты)
Домены МКФ, связанные с диагностикой ходьбы	<p>ФУНКЦИИ: b235 Вестибулярные функции b240 Ощущения, связанные со слухом и вестибулярными функциями b249 Функции слуха и вестибулярные функции, другие уточненные и не уточненные b260 Проприоцептивная функция b760 Контроль произвольных двигательных функций b765 Непроизвольные двигательные функции b770 Функции стереотипа походки b779 Двигательные функции, другие уточненные и не уточненные b780 Ощущения, связанные с мышцами и двигательными функциями b798 Нейромышечные, скелетные и связанные с движением функции, другие уточненные b799 Нейромышечные, скелетные и связанные с движением функции, не уточненные</p> <p>СТРУКТУРЫ: s110 Структура головного мозга s120 Спинальный мозг и относящиеся к нему структуры s260 Структура внутреннего уха s740 Структура тазовой области s750 Структура нижней конечности s760 Структура туловища s770 Дополнительные скелетно-мышечные структуры, связанные с движением s798 Структуры, связанные с движением, другие уточненные s799 Структуры, связанные с движением, не уточненные</p>
Домены МКФ, связанные с реабилитацией пациентов с нарушением ходьбы	<p>РАЗДЕЛ 4 МОБИЛЬНОСТЬ И ПОДДЕРЖАНИЕ ПОЛОЖЕНИЯ ТЕЛА (d410-d429) d410 Изменение позы тела d415 Поддержание положения тела</p>

Обязательная составляющая модели	Описание составляющей
	<p>d420 Перемещение тела d429 Изменение и поддержание положения тела, другое уточненное и не уточненное</p> <p>ПЕРЕНОС, ПЕРЕМЕЩЕНИЕ И МАНИПУЛИРОВАНИЕ ОБЪЕКТАМИ (d430-d449) d430 Поднятие и перенос объектов d435 Перемещение объектов ногами d449 Перенос, перемещение и манипулирование объектами, другое уточненное и не уточненное</p> <p>ХОДЬБА И ПЕРЕДВИЖЕНИЕ (d450-d469) d450 Ходьба d455 Передвижение способами, отличающимися от ходьбы d460 Передвижение в различных местах d465 Передвижение с использованием технических средств d469 Ходьба, передвижение и относящаяся к ним активность, другие уточненные и не уточненные</p> <p>РАЗДЕЛ 6 БЫТОВАЯ ЖИЗНЬ. ПРИБРЕТЕНИЕ ПРЕДМЕТОВ ПЕРВОЙ НЕОБХОДИМОСТИ (d610-d629) d620 Приобретение товаров и услуг d629 Приобретение предметов первой необходимости, другое уточненное и не уточненное</p> <p>ВЕДЕНИЕ ДОМАШНЕГО ХОЗЯЙСТВА (d630-d649) d630 Приготовление пищи d640 Выполнение работы по дому d649 Ведение домашнего хозяйства, другое уточненное и не уточненное</p> <p>ЗАБОТА О ДОМАШНЕМ ИМУЩЕСТВЕ И ПОМОЩЬ ДРУГИМ (650-d669) d650 Забота о домашнем имуществе d660 Помощь другим d669 Забота о домашнем имуществе и помощь другим, другая уточненная и не уточненная d698 Бытовая жизнь, другая уточненная d699 Бытовая жизнь, не уточненная</p> <p>РАЗДЕЛ 8 ГЛАВНЫЕ СФЕРЫ ЖИЗНИ. РАБОТА И ЗАНЯТОСТЬ (d840-d859) d840 Ученичество (подготовка к профессиональной деятельности) d845 Получение работы, выполнение и прекращение трудовых отношений d850 Оплачиваемая работа d855 Неоплачиваемая работа d859 Работа и занятость, другая уточненная и не уточненная</p>
Определитель кода МКФ, отмечающий величину уровня здоровья	xxx.1 – легкое нарушение xxx.2 – умеренное нарушение xxx.3 – тяжёлое нарушение xxx.4 – абсолютное нарушение
Этапы реабилитации (Приказ МЗ РФ № 1705н от 29.12.2012)	1, 2, 3 этапы
Возраст пациента	16-90 лет

Подходы к диагностике нарушений

Согласно МКБ-10 «Нарушения походки и подвижности» обозначаются кодом R26, а «Другие и неуточненные нарушения походки и подвижности» - R26.8.

Поскольку в осуществлении нормальной походки участвуют многие уровни нервной системы, то, соответственно, имеется большое количество причин, которые могут нарушать нормальный акт ходьбы. Иногда у больного походка носит сложный характер, так как в ней одновременно присутствуют сразу несколько типов нарушений.

Основные типы нарушений походки: (<http://ilive.com.ua/>)

1. Атактическая походка:
 1. мозжечковая;
 2. штампующая («табетическая»);
 3. при вестибулярном симптомокомплексе.
2. «Гемипаретическая» («косящая») либо по типу «тройного укорочения».
3. Параспастическая.
4. Спастика-атактическая.
5. Гипокинетическая (шаркающая).
6. Апраксия ходьбы.
7. Идиопатическая сенильная дисбазия.
8. Идиопатическая прогрессирующая «фризинг-дисбазия».
9. Походка в «позе конькобежца» при идиопатической ортостатической гипотензии.
10. «Перонеальная» походка - односторонний или двусторонний степаж.
11. Ходьба с переразгибанием в коленном суставе.
12. «Утиная» походка.
13. Ходьба с выраженным лордозом в поясничной области.
14. Походка при заболеваниях опорно-двигательного аппарата (анкилозы, артрозы, сухожильные ретракции и др.).
15. Гиперкинетическая походка.
16. Дисбазия при умственной отсталости.
17. Походка (и другая психомоторика) при выраженной деменции.
18. Психогенные нарушения походки разных типов.
19. Дисбазия смешанного происхождения: комплексная дисбазия в виде нарушений походки на фоне тех или иных комбинаций неврологических синдромов: атаксии, пирамидного синдрома, апраксии, деменции и т.д.
20. Дисбазия ятрогенная (неустойчивая или «пьяная» походка) при лекарственной интоксикации.
21. Дисбазия, вызванная болью (анталгическая).
22. Пароксизмальные нарушения походки при эпилепсии и пароксизмальных дискинезиях.

Атактическая походка

Движения при **мозжечковой** атаксии плохо соизмеримы с особенностями поверхности, по которой идет пациент. Равновесие нарушается в большей или меньшей степени, что приводит к корригирующим движениям, придающим походке беспорядочно-хаотический характер. Характерна, особенно для поражения червя мозжечка, ходьба на широкой базе как результат неустойчивости и пошатывания.

Пациент часто пошатывается не только при ходьбе, но и в положении стоя или сидя. Иногда выявляется титубация - характерный мозжечковый тремор верхней половины туловища и головы. В качестве сопутствующих знаков выявляется дисметрия, адиадохокинез, интенционный тремор, постуральная нестабильность. Могут выявляться и другие характерные знаки (скандированная речь, нистагм, мышечная гипотония и др.).

Основные причины: мозжечковая атаксия сопровождается большим количеством наследственных и приобретенных заболеваний, протекающих с поражением мозжечка и его связей (спино-церебеллярные дегенерации, синдром мальабсорбции, алкогольная дегенерация мозжечка, множественная системная атрофия, поздние атрофии мозжечка, наследственные атаксии, опухоли, паранеопластические дегенерации мозжечка и многие другие заболевания).

При поражении проводников глубокого мышечного чувства (чаще всего на уровне задних столбов) развивается сенситивная атаксия. Она выражена особенно сильно при ходьбе и проявляется характерными перемещениями ног, которые часто определяются как «**штампующая**» походка (нога с силой опускается всей подошвой на пол); в крайних слу-

чаях ходьба вообще невозможна из-за потери глубокой чувствительности, что легко выявляется при исследовании мышечно-суставного чувства. Характерной особенностью сенситивной атаксии является коррекция её зрением. На этом основана проба Ромберга: при закрывании глаз сенситивная атаксия резко усиливается. Иногда при закрытых глазах выявляется псевдоатетоз в вытянутых вперёд руках.

Основные причины: сенситивная атаксия характерна не только для поражения задних столбов, но и для других уровней глубокой чувствительности (периферический нерв, задний корешок, ствол головного мозга и т.д.). Поэтому сенситивная атаксия наблюдается в картине таких заболеваний, как полинейропатия («периферический псевдотабес»), фуникулярный миелоз, спинная сухотка, осложнения лечения винкристином; парапротеинемия; паранеспластический синдром и др.)

При **вестибулярных** расстройствах атаксия менее выражена и больше проявляется в ногах (пошатывание при ходьбе и стоянии), особенно в сумерках. Грубое поражение вестибулярной системы сопровождается развёрнутой картиной вестибулярного симптомокомплекса (головокружение системного характера, спонтанный нистагм, вестибулярная атаксия, вегетативные расстройства). Лёгкие вестибулярные расстройства (вестибулопатия) проявляется только непереносимостью вестибулярных нагрузок, что часто сопутствует невротическим расстройствам. При вестибулярной атаксии нет мозжечковых знаков и нарушения мышечно-суставного чувства.

Основные причины: вестибулярный симптомокомплекс характерен для поражения вестибулярных проводников на любом уровне (серные пробки в наружном слуховом проходе, лабиринтит, болезнь Меньера, невринома слухового нерва, рассеянный склероз, дегенеративные поражения ствола головного мозга, синингобульбия, сосудистые заболевания, интоксикации, в том числе лекарственные, черепно-мозговая травма, эпилепсия и др.). Своеобразная вестибулопатия обычно сопровождает психогенные хронические невротические состояния. Для диагноза важен анализ жалоб на головокружение и сопутствующих неврологических проявлений.

«Гемипаретическая» походка

Гемипаретическая походка проявляется экстензией и циркумдукцией ноги (рука согнута в локтевом суставе) в виде "косящей" походки. Паретичная нога при ходьбе подвергается воздействию веса тела более короткий период, чем здоровая нога. Наблюдается циркумдукция (круговое движение ноги): нога разгибается в коленном суставе с легким подошвенным сгибанием стопы и выполняет круговое движение наружу, при этом туловище несколько отклоняется в противоположную сторону; гомолатеральная рука теряет некоторые из своих функций: согнута во всех суставах и прижата к туловищу. Если при ходьбе используется палочка, то она используется на здоровой стороне тела (для чего пациент наклоняется и переносит на неё свой вес). При каждом шаге больной поднимает таз, чтобы оторвать выпрямленную ногу от пола и с трудом переносит её вперёд. Реже походка расстраивается по типу «тройного укорочения» (флексия в трёх суставах ноги) с характерным подъёмом и опусканием таза на стороне паралича при каждом шаге. Сопутствующие симптомы: слабость в поражённых конечностях, гиперрефлексия, патологические стопные знаки.

Основные причины: гемипаретическая походка имеет место при разнообразных органических поражениях головного и спинного мозга, таких как инсульты различного происхождения, энцефалиты, абсцессы мозга, травма (в том числе родовая), токсические, демиелинизирующие и дегенеративно-атрофические процессы (в том числе наследственные), опухоли, паразиты головного и спинного мозга, приводящие к спастическому гемипарезу.

Параспастическая походка

Ноги обычно разогнуты в коленных и голеностопных суставах. Походка замедленная, ноги «шаркают» по полу (соответственно изнашивается подошва обуви), иногда передвигаются по типу ножниц с их перекрещиванием (вследствие повышения тонуса приводящих мышц бедра), на носках и с лёгким подворачиванием пальцев («голубиные» пальцы). Этот тип нарушения походки обычно обусловлен более или менее симметричным двусторонним поражением пирамидных путей на любом уровне.

Основные причины: параспастическая походка наиболее часто наблюдается при следующих обстоятельствах:

- Рассеянном склерозе (характерная спастико-атактическая походка)
- Лакунарном состоянии (у пожилых пациентов с артериальной гипертензией или другими факторами риска сосудистых заболеваний; часто предшествуют эпизоды малых ишемических сосудистых инсультов, сопровождаются псевдобульбарными симптомами с нарушениями речи и яркими рефлексомии оральном автоматизма, походка с мелкими шагами, пирамидные знаки).
- После травмы спинного мозга (указания в анамнезе, уровень чувствительных расстройств, нарушения мочеиспускания). Болезни Литтля (особая форма детского церебрального паралича; симптомы заболевания имеются с рождения, наблюдается задержка моторного развития, но нормальное интеллектуальное развитие; часто только избирательное вовлечение конечностей, особенно нижних, с движениями по типу ножниц с перекрещиванием ног во время ходьбы). Семейном спастическом спинальном параличе (наследственное медленно прогрессирующее заболевание, симптомы чаще появляются на третьей декаде жизни). При шейной миелопатии у пожилых людей механическая компрессия и сосудистая недостаточность шейного отдела спинного мозга часто вызывают параспастическую (или спастико-атактическую) походку.

Как результат редких, частично обратимых состояний, таких как гипертиреозидизм, портокавальный анастомоз, латиризм, поражение задних столбов (при дефиците витамина B12 или как паранеопластический синдром), аденолейкодистрофия.

Интермиттирующая параспастическая походка наблюдается редко в картине «переменяющейся хромоты спинного мозга».

Параспастическую походку иногда имитирует дистония нижних конечностей (особенно при так называемой допа-респонсивной дистонии), что требует проведения синдромального дифференциального диагноза.

Спастико-атактическая походка

При этом нарушении походки к характерной параспастической походке присоединяется явный атактический компонент: разбалансированные движения тела, легкое переразгибание в коленном суставе, неустойчивость. Эта картина является характерной, почти патогномоничной для рассеянного склероза.

Основные причины: она может наблюдаться также при подострой комбинированной дегенерации спинного мозга (фуникулярный миелоз), болезни Фридрейха и других заболеваниях с вовлечением мозжечковых и пирамидных путей.

Гипокинетическая походка

Этот тип походки характеризуется медленными, скованными движениями ног с уменьшением или отсутствием содружественных движений рук и напряженной позой; затруднением инициации ходьбы, укорочением шага, «шарканьем», затрудненными поворотами, топтанием на месте перед началом движения, иногда - «пульсионными» феноменами.

Наиболее частые *этиологические факторы* этого типа походки включают:

1. Гипокинетико-гипертонические экстрапирамидные синдромы, особенно синдром паркинсонизма (при котором отмечается легкая флексорная поза; во время ходьбы отсутствуют содружественные движения рук; также отмечается ригидность, маскообразное лицо, тихая монотонная речь и другие проявления гипокинезии, тремор покоя, феномен зубчатого колеса; походка медленная, «шаркающая», ригидная, с укороченным шагом; возможны «пульсивные» феномены при ходьбе).

2. Другие гипокинетические экстрапирамидные и смешанные синдромы, среди которых прогрессирующий супрануклеарный паралич, оливо-пункто-церебеллярная атрофия, синдром Шая-Дрейджера, стрио-нигральная дегенерация (синдромы «паркинсонизма-плюс»), болезнь Бинсвангера, сосудистый «паркинсонизм нижней половины тела». При лакунарном состоянии также может быть походка по типу «marche a petits pas» (мелкими короткими нерегулярными шаркающими шагами) на фоне псевдобульбарного паралича с нарушениями глотания, речевыми расстройствами и паркинсоноподобной мотори-

кой. «Marche a petits pas» может также наблюдаться в картине нормотензивной гидроцефалии.

3. Акинетико-ригидный синдром и соответствующая походка возможны при болезни Пика, кортико-базальной дегенерации, болезни Крейтцфельдта-Якоба, гидроцефалии, опухоли лобной доли, ювенильной болезни Гентингтона, болезни Вильсона-Коновалова, постгипоксической энцефалопатии, нейросифилисе и некоторых других более редких заболеваниях.

У молодых пациентов торсионная дистония иногда может дебютировать необычной напряженно-скованной походкой из-за дистонического гипертонуса в ногах.

Синдром постоянной активности мышечных волокон (синдром Исаакса) наиболее часто наблюдается у молодых пациентов. Необычное напряжение всех мышц (преимущественно дистальных), включая антагонисты, блокирует походку, как и все другие движения (походка «броненосца»)

Депрессия и кататония могут сопровождаться гипокинетической походкой.

Апраксия ходьбы

Апраксия ходьбы характеризуется утратой или снижением способности должным образом использовать ноги в акте ходьбы при отсутствии сенсорных, мозжечковых и паретических проявлений. Данный тип походки встречается у больных с обширными церебральными повреждениями, особенно лобных долей. Больной не может имитировать некоторые движения ногами, хотя определённые автоматические движения сохранены. Снижается способность к последовательной композиции движений при «бипедальной» ходьбе. Этому типу походки часто сопутствуют персеверации, гипокинезия, ригидность и, иногда, гегенхальтен, а также деменция или недержание мочи.

Вариантом апраксии ходьбы является так называемая аксиальная апраксия при болезни Паркинсона и сосудистом паркинсонизме; дисбазия при нормотензивной гидроцефалии и других заболеваниях с вовлечением лобно-подкорковых связей. Описан также синдром изолированной апраксии ходьбы.

Идиопатическая сенильная дисбазия

Эта форма дисбазии («походка пожилых», «сенильная походка») проявляется чуть укороченным замедленным шагом, лёгкой постуральной неустойчивостью, уменьшением содружественных движений рук при отсутствии каких-либо других неврологических расстройств у пожилых и старых людей. В основе такой дисбазии лежит комплекс факторов: множественный сенсорный дефицит, возрастные изменения в суставах и позвоночнике, ухудшение вестибулярных и постуральных функций и др.

Идиопатическая прогрессирующая «фризинг-дисбазия»

«Фризинг-дисбазия» обычно наблюдается в картине болезни Паркинсона; реже она встречается при мультиинфарктном (лакунарном) состоянии, мультисистемной атрофии и нормотензивной гидроцефалии. Но описаны пожилые больные, у которых «фризинг-дисбазия» является единственным неврологическим проявлением. Степень «застывания» варьирует от внезапных моторных блоков при ходьбе до тотальной неспособности начать ходьбу. Биохимические анализы крови, ликвора, а также КТ и МРТ показывают нормальную картину, за исключением слабо выраженной корковой атрофии в части случаев.

Походка в «позе конькобежца» при идиопатической ортостатической гипотензии

Эта походка наблюдается также при синдроме Шая-Дрейджера, при котором периферическая вегетативная недостаточность (главным образом ортостатическая гипотензия) становится одним из ведущих клинических проявлений. Сочетание симптомов паркинсонизма, пирамидных и мозжечковых знаков оказывает влияние на особенности походки этих пациентов. При отсутствии мозжечковой атаксии и выраженного паркинсонизма больные пытаются адаптировать походку и позы тела к ортостатическим изменениям гемодинамики. Они передвигаются широкими, направленными чуть в сторону быстрыми шагами на слегка согнутых в коленях ногах, низко наклонив туловище вперёд и опустив голову («поза конькобежца»).

«Перонеальная» походка

Перонеальная походка - односторонний (чаще) или двусторонний степпаж. Походка по типу степпажа развивается при так называемой свисающей стопе и вызывается слабостью или параличом дорсофлексии (тыльного сгибания) стопы и (или) пальцев. Больной либо «тащит» стопу при ходьбе, либо, пытаясь компенсировать свисание стопы, поднимает её по возможности выше, чтобы оторвать её от пола. Таким образом наблюдается усиленное сгибание в тазобедренном и коленных суставах; стопа выбрасывается вперёд и опускается вниз на пятку либо всей стопой с характерным шлёпающим звуком. Фаза поддержки при ходьбе укорочена. Больной не способен стоять на пятках, но может стоять и ходить на носках.

Самой частой *причиной* одностороннего пареза разгибателей стопы является нарушение функции малоберцового нерва (компрессионная нейропатия), поясничная плексопатия, редко поражение корешков L4 и, особенно, L5, как при грыже межпозвонкового диска («вертебральный малоберцовый паралич»). Двусторонний парез разгибателей стопы с двусторонним «степажем» часто наблюдается при полинейропатии (отмечается парестезия, чувствительные нарушения по типу чулок, отсутствие или снижение ахилловых рефлексов), при перонеальной мышечной атрофии Шарко-Мари-Тута - наследственном заболевании трёх типов (отмечается высокий свод стопы, атрофия мышц голени (ноги «аиста»), отсутствие ахилловых рефлексов, чувствительные нарушения незначительные или отсутствуют), при спинальной мышечной атрофии - (при которой парез сопровождается атрофией других мышц, медленным прогрессированием, фасцикуляциями, отсутствием чувствительных нарушений) и при некоторых дистальных миопатиях (скапуло-перонеальные синдромы), в особенности при дистрофической миотонии Штейнерта-Батена-Гибба (Steinert-strong atten-Gibb).

Близкая картина нарушения походки развивается при поражении обеих дистальных ветвей седалищного нерва («свисающая стопа»).

Ходьба с переразгибанием в коленном суставе

Ходьба с одно- или двусторонним переразгибанием в коленном суставе наблюдается при параличе разгибателей колена. Паралич разгибателей колена (четырёхглавая мышца бедра) приводит к переразгибанию при опоре на ногу. Когда слабость двусторонняя, обе ноги переразогнуты в коленных суставах во время ходьбы; иначе перенос веса с ноги на ногу может вызвать изменения в коленных суставах. Спуск по лестнице начинается с паретичной ноги.

Причины одностороннего пареза включают поражение бедренного нерва (выпадение коленного рефлекса, нарушение чувствительности в области иннервации n. saphenous]) и поражение поясничного сплетения (симптомы, сходные с таковыми при поражении бедренного нерва, но отводящие и подвздошно-поясничная мышцы также вовлекаются). Чаще всего причиной двустороннего пареза является миопатия, особенно прогрессирующая мышечная дистрофия Дюшенна у мальчиков, а также полимиозит.

«Утиная» походка

Парез (или механическая недостаточность) отводящих мышц бедра, то есть абдукторов бедра (mm. gluteus medius, gluteus minimus, tensor fasciae latae) приводит к неспособности удерживать таз горизонтально по отношению к ноге, несущей нагрузку. Если недостаточность только частичная, тогда переразгибание туловища по направлению к поддерживающей ноге может быть достаточным для переноса центра тяжести и предотвращения перекаса таза. Это так называемая хромота Дюшенна, когда же имеются двусторонние нарушения, это приводит к необычной походке «в развалку» (больной как бы переваливается с ноги на ногу, «утиная» походка). При полном параличе абдукторов бедра перенос центра тяжести, описанный выше, является уже недостаточным, что приводит к перекасу таза при каждом шаге в сторону движения ноги - так называемая хромота Тренделенбурга.

Односторонний парез или недостаточность абдукторов бедра может вызываться поражением верхнего ягодичного нерва, иногда в результате внутримышечной инъекции. Даже в наклонной позиции выявляется недостаточность силы для наружного отведения пораженной ноги, но чувствительные нарушения отсутствуют. Подобная недостаточность обнаруживается при одностороннем врожденном или посттравматическом вывихе бедра

либо послеоперационном (протезирование) повреждении абдукторов бедра. Двусторонние парезы (или недостаточность) является обычно следствием *миопатии*, в особенности прогрессирующей мышечной дистрофии, или *двустороннего врожденного вывиха бедра*.

Ходьба с выраженным лордозом в поясничной области

Если вовлекаются разгибатели бедра, особенно *m. gluteus maximus*, то подъем по лестнице становится возможным только при начале движения со здоровой ноги, но при спуске по лестнице первой идет пораженная нога. Ходьба по плоской поверхности нарушается, как правило, только при двусторонней слабости *m. gluteus maximus*; такие пациенты ходят с вентрально наклоненным тазом и с увеличенным поясничным лордозом. При одностороннем парезе *m. gluteus maximus* невозможно отведение пораженной ноги кзади, даже в позиции пронации.

Причиной всегда является (редкое) поражение нижнего ягодичного нерва, например, вследствие внутримышечной инъекции. Двусторонний парез *m. gluteus maximus* обнаруживается наиболее часто при прогрессирующей форме мышечной дистрофии тазового пояса и форме Дюшенна.

Изредка в литературе упоминается так называемый синдром бедренно-поясничной экстензионной ригидности, который проявляется рефлекторными нарушениями мышечного тонуса в разгибателях спины и ног. В вертикальном положении у больного отмечается фиксированный нерезко выраженный лордоз, иногда с боковым искривлением. Основным является симптом «доски» или «щита»: в положении лёжа на спине при пассивном поднимании за обе стопы вытянутых ног у больного отсутствует сгибание в тазобедренных суставах. Ходьба, носящая толчкообразный характер, сопровождается компенсаторным грудным кифозом и наклоном головы вперед при наличии ригидности шейных мышц-разгибателей. Болевой синдром не является ведущим в клинической картине и часто носит смазанный, абортивный характер. Частая причина синдрома: фиксация дурального мешка и концевой нити рубцово-спаечным процессом в сочетании с остеохондрозом на фоне дисплазии поясничного отдела позвоночника или со спинальной опухолью на шейном, грудном или поясничном уровне. Регресс симптомов наступает после хирургической мобилизации дурального мешка.

Походка при заболеваниях опорно-двигательного аппарата

Последствия анкилозирующего спондилита и других форм спондилитов, атрозов крупных суставов, сухожильных ретракций на стопе, врождённых аномалий и т.д. могут приводить к разнообразным нарушениям походки, причины которых не всегда связаны с болью (косолапость, деформации типа *halux valgus*, и др.) Диагноз требует консультации ортопеда.

Гиперкинетическая походка

Гиперкинетическая походка наблюдается при разного типа гиперкинезах. К ним относятся такие заболевания как хорей Сиденгама, хорей Гентингтона, генерализованная торсионная дистония (походка «верблюда»), аксиальные дистонические синдромы, псевдоэкспрессивная дистония и дистония стопы. Более редкими причинами нарушения ходьбы являются миоклонус, туловищный тремор, ортостатический тремор, синдром Туретта, поздняя дискинезия. При этих состояниях движения, необходимые для нормальной ходьбы, неожиданно прерываются произвольными, беспорядочными движениями. Развивается странная или «танцующая» походка. (Такая походка при хорее Гентингтона иногда выглядит настолько странной, что может напоминать психогенную дисбазию). Больные должны постоянно бороться с этими нарушениями, чтобы двигаться целенаправленно.

Нарушения походки при умственной отсталости

Этот тип дисбазии - пока ещё недостаточно изученная проблема. Неуклюжее стояние с чересчур согнутой или разогнутой головой, вычурное положение рук или ног, неловкие или странные движения - всё это часто обнаруживается у детей с задержкой умственного развития. При этом отсутствуют нарушения проприоцепции, а также мозжечковые, пирамидные и экстрапирамидные симптомы. Многие моторные навыки, формирующиеся в детстве, являются возрастозависимыми. По-видимому, необычная моторика, в том числе походка у умственно отсталых детей, связаны с задержкой созревания психомо-

торной сферы. Необходимо исключать коморбидные с умственной отсталостью состояния: детский церебральный паралич, аутизм, эпилепсию и др.

Походка (и другая психомоторика) при выраженной деменции

Дисбазия при деменции отражает тотальный распад способности к организованному целенаправленному и адекватному действию. Такие больные начинают обращать на себя внимание своей дезорганизованной моторикой: пациент стоит в неловкой позе, топчется на месте, кружится, будучи неспособным целенаправленно ходить, садиться и адекватно жестикулировать (распад «языка тела»). На первый план выходят суетливые, хаотические движения; больной выглядит беспомощным и растерянным.

Походка может существенно меняться при психозах, в частности при шизофрении («челночная» моторика, движения по кругу, притоптывания и другие стереотипии в ногах и руках во время ходьбы) и обсессивно-компульсивных расстройствах (ритуалы во время ходьбы).

Психогенные нарушения походки разных типов

Имеются нарушения походки, часто напоминающие описанные выше, но развивающиеся (чаще всего) при отсутствии текущего органического поражения нервной системы. Психогенные нарушения походки часто начинаются остро и провоцируются эмоциональной ситуацией. Они вариабельны в своих проявлениях. Им может сопутствовать агорафобия. Характерно преобладание женщин.

Такая походка часто выглядит странной и плохо поддается описанию. Однако внимательный анализ не позволяет отнести её к известным образцам вышеупомянутых типов дисбазии. Часто походка весьма живописна, экспрессивна или крайне необычна. Иногда в ней доминирует образ падения (астазия-абазия). Всё тело больного отражает драматический призыв к помощи. Во время этих гротесковых, некоординированных движений кажется, что пациенты периодически теряют равновесие. Тем не менее, они всегда способны удержать себя и избежать падения из любого неудобного положения. Когда пациент на публике, то его походка может приобретать даже акробатические черты. Существуют и достаточно характерные элементы психогенной дисбазии. Больной, например, демонстрируя атаксию, часто ходит, «плетя косу» ногами, или, предъявляя парез, «тащит» ногу, «волоча» её по полу (иногда касаясь пола тыльной поверхностью большого пальца и стопы). Но психогенная походка может иногда внешне напоминать походку при гемипарезе, парпарезе, заболеваниях мозжечка и даже при паркинсонизме.

Как правило, имеют место другие конверсионные проявления, что крайне важно для диагностики, и ложные неврологические знаки (гиперрефлексия, псевдосимптом Бабинского, псевдоатаксия и т.д.). Клинические симптомы должны оцениваться комплексно, очень важно в каждом подобном случае подробно обсуждать вероятность истинных дистонических, мозжечковых или вестибулярных нарушений ходьбы. Диагностика психогенных двигательных расстройств всегда должна подчиняться правилу их позитивной диагностики и исключению органического заболевания. Полезно привлечение специальных тестов (тест Хувера, слабости кивательной мышцы и другие). Диагноз подтверждается эффектом плацебо или психотерапии. Клиническая диагностика этого типа дисбазии нередко требует специального клинического опыта. Психогенные нарушения походки редко наблюдаются у детей и пожилых людей.

Дисбазия смешанного происхождения

Часто встречаются случаи комплексной дисбазии на фоне тех или иных комбинаций неврологических синдромов (атаксии, пирамидного синдрома, апраксии, деменции и т.д.). К таким заболеваниям можно отнести детский церебральный паралич, множественную системную атрофию, болезнь Вильсона-Коновалова, прогрессирующий супрануклеарный паралич, токсические энцефалопатии, некоторые спиноцеребеллярные дегенерации и другие. У таких больных походка несёт в себе черты нескольких неврологических синдромов одновременно и нужен внимательный её клинический анализ в каждом индивидуальном случае, чтобы оценить вклад каждого из них в проявления дисбазии.

Дисбазия ятрогенная

Ятрогенная дисбазия наблюдается при лекарственной интоксикации и часто носит атактический («пьяный») характер преимущественно за счёт вестибулярных или (реже) мозжечковых расстройств.

Иногда такая дисбазия сопровождается головокружением и нистагмом. Чаще всего (но не исключительно) дисбазию вызывают психотропные и противосудорожные (особенно дифенин) препараты.

Дисбазия, вызванная болью (анталгическая)

Когда имеется боль во время ходьбы, пациент пытается её избежать, изменяя или укорачивая наиболее болезненную фазу ходьбы. Когда боль односторонняя, пораженная нога переносит вес более короткий период. Боль может возникать в определенный момент каждого шага, но может наблюдаться во время всего акта ходьбы или постепенно уменьшаться при непрерывной ходьбе. Нарушения походки, обусловленные болью в ногах, чаще всего проявляются внешне как «хромота».

Перемежающаяся хромота представляет собой боль, которая появляется только во время ходьбы на определенное расстояние. В этом случае боль обусловлена артериальной недостаточностью. Эта боль регулярно появляется при ходьбе после определенного расстояния, постепенно нарастает по интенсивности, и с течением времени возникает на более коротких дистанциях; она появится скорее, если пациент поднимается вверх или идет быстро. Боль заставляет пациента остановиться, но исчезает после короткого периода отдыха, если пациент остается стоять. Боль наиболее часто локализована в области голени. Типичной причиной является стеноз или окклюзия кровеносных сосудов в верхней части бедра (типичный анамнез, сосудистые факторы риска, отсутствие пульсации на стопе, шум над проксимальными кровеносными сосудами, отсутствие других причин для боли, иногда чувствительные нарушения по типу чулок). При подобных обстоятельствах может в дополнение наблюдаться боль в области промежности или бедра, вызванная окклюзией тазовых артерий, такая боль должна быть дифференцирована от ишиалгии или процесса, поражающего конский хвост.

Перемежающаяся хромота при поражении конского хвоста (каудогенная) появляется при компрессии корешков в узком спинномозговом канале на поясничном уровне, наблюдается после ходьбы на различные расстояния, особенно при спуске вниз. Этот тип боли наиболее часто обнаруживается у пожилых пациентов, особенно мужчин, но может встречаться также и в молодом возрасте. Исходя из патогенеза этого типа боли, отмечаемые нарушения обычно двусторонние, корешкового характера, преимущественно в задней области промежности, верхней части бедра и голени. Пациенты также жалуются на боли в спине и боли при чихании (симптом Наффцигера). Боль во время ходьбы заставляет пациента останавливаться, но обычно полностью не исчезает, если пациент стоит. Облегчение наступает при изменении положения позвоночника, например, при сидении, резком наклоне вперед или даже приседании. Корешковый характер нарушений становится особенно очевидным, если имеется стреляющий характер боли. При этом отсутствуют сосудистые заболевания; рентгенография выявляет уменьшение сагиттального размера позвоночного канала в поясничной области; миелография показывает нарушение пассажа контраста на нескольких уровнях. Дифференциальная диагностика обычно возможна, учитывая характерную локализацию боли и другие особенности.

Боль в поясничной области при ходьбе может быть проявлением спондилеза или поражения межпозвонковых дисков (указания в анамнезе на острые боли в спине с иррадиацией по седалищному нерву, иногда отсутствие ахилловых рефлексов и парез мышц, иннервируемых этим нервом). Боль может быть следствием спондилолистеза (частичной дислокации и «соскальзывания» пояснично-крестцовых сегментов). Она может вызываться анкилозирующим спондилитом (болезнь Бехтерева), и т.д. Рентгенографическое исследование поясничного отдела позвоночника или МРТ часто проясняют диагноз. Боль из-за спондилеза и патологии межпозвонковых дисков часто усиливается при длительном сидении или неудобной позе, но может уменьшаться или даже исчезать при ходьбе.

Боль в области бедра и паховой области обычно является результатом артроза тазобедренного сустава. Несколько первых шагов вызывают резкое усиление боли, которая постепенно уменьшается при продолжении ходьбы. Редко наблюдается псевдокорешковая иррадиация боли по ноге, нарушение внутренней ротации бедра, вызывающее боль, ощу-

щение глубокого давления в области бедренного треугольника. Когда при ходьбе используется трость, то она располагается на стороне противоположной боли для переноса веса тела на здоровую сторону.

Иногда во время ходьбы или после длительного стояния может наблюдаться боль в паховой области, связанная с поражением подвздошно-пахового нерва. Последнее редко является спонтанным и чаще связано с хирургическими вмешательствами (люмботомия, аппендэктомия), при которых ствол нерва повреждается или раздражается компрессией. Эта причина подтверждается анамнезом хирургических манипуляций, улучшением при сгибании бедра, максимально выраженной болью в области на два пальца медиальнее передней верхней подвздошной ости, чувствительными нарушениями в подвздошной области и области мошонки или больших половых губ.

Жгучая боль по наружной поверхности бедра характерна для парестетической мералгии, которая редко приводит к изменению походки.

Локальная боль в области длинных трубчатых костей, возникающая при ходьбе, должна вызывать подозрение наличия локальной опухоли, остеопороза, болезни Педжета, патологических переломов и т.п. Для большинства из этих состояний, которые могут выявлены пальпацией (боль при пальпации) или рентгенографией, характерны также боли в спине. Боль по передней поверхности голени может появляться во время или после длительной ходьбы, либо другого избыточного напряжения мышц голени, а также после острой окклюзии сосудов ноги, после хирургического вмешательства на нижней конечности. Боль является проявлением артериальной недостаточности мышц передней области голени, известной как передний большеберцовый артериопатический синдром (выраженный нарастающий болезненный отек; боль от сдавления передних отделов голени; исчезновение пульсации на тыльной артерии стопы; отсутствие чувствительности на тыльной поверхности стопы в зоне иннервации глубокой ветви малоберцового нерва; парез мышц разгибателя пальцев и короткого разгибателя большого пальца), являющийся вариантом синдрома мышечного ложа.

Боль в стопе и пальцах является особенно частой. Причина большинства случаев - в деформации стопы, такой как плоскостопие или широкая стопа. Такая боль обычно появляется после ходьбы, после стояния в обуви на жесткой подошве, или после ношения тяжести. Даже после короткой прогулки пяточная шпора может вызывать боль в области пятки и повышенную чувствительность к давлению подошвенной поверхности пятки. Хронический тендинит ахиллова сухожилия проявляется, не считая локальной боли, пальпируемым утолщением сухожилия. Боль в передних отделах стопы наблюдается при метатарзалгии Мортонa. Причиной является псевдоневрома межпальцевого нерва. В начале боль появляется только после длительной ходьбы, но позже может появляться после коротких эпизодов ходьбы и даже в покое (боль локализована дистально между головками III-IV или IV-V плюсневых костей; также возникает при сдавлении или смещении относительно друг друга головок плюсневых костей; отсутствие чувствительности на соприкасающихся поверхностях пальцев стопы; исчезновение боли после местной анестезии в проксимальное интeртарзальное пространство).

Достаточно интенсивная боль по подошвенной поверхности стопы, которая вынуждает прекратить ходьбу, может наблюдаться при тарзальном туннельном синдроме (обычно при дислокации или переломе лодыжки, боль возникает позади медиальной лодыжки, парестезия или потеря чувствительности на подошвенной поверхности стопы, сухость и истончение кожи, отсутствие потоотделения на подошве, невозможность отведения пальцев по сравнению с другой стопой). Внезапно наступившие висцеральные боли (стенокардия, боли при мочекаменной болезни и т.д.) способны отразиться на походке, существенно изменить её и даже вызвать остановку ходьбы.

Пароксизмальные нарушения походки

Периодическая дисбазия может наблюдаться при эпилепсии, пароксизмальных дискинезиях, периодической атаксии, а также при псевдоприпадках, гиперэмплексии, психогенной гипервентиляции.

Некоторые эпилептические автоматизмы включают не только жестикуляцию и определённые действия, но и ходьбу. Более того известны такие формы эпилептических припадков, которые провоцируются только ходьбой. Эти припадки иногда напоминают пароксизмальные дискинезии или апраксию ходьбы.

Пароксизмальные дискинезии, начавшиеся во время ходьбы, могут вызвать дисбазию, остановку, падение больного или дополнительные (насильственные и компенсаторные) движения на фоне продолжающейся ходьбы.

Периодическая атаксия вызывает периодически мозжечковую дисбазию.

Психогенная гипервентиляция часто не только вызывает липотимические состояния и обмороки, но и провоцирует тетанические судороги или демонстративные двигательные нарушения, в том числе периодическую психогенную дисбазию.

Гиперэкплексия способна вызывать нарушения походки и, в выраженных случаях - падения.

Миастения иногда является причиной периодической слабости в ногах и дисбазии.

Основные термины и параметры

Постурология — наука, занимающаяся изучением баланса тела человека в основной стойке, ходьбе и других переходных процессах.

Стабилометрия — метод регистрации положения и колебаний проекции общего центра тяжести тела (ОЦМ) на плоскость опоры. Проводится в положении обследуемого стоя, а так же сидя, лёжа и при выполнении различных диагностических тестов. **Стабилометр** — специализированная (однокомпонентная) динамометрическая платформа, позволяющая проводить регистрацию положения и движений ЦД во время стояния на ней пациента (Картеун Т.С. et al., 1983).

Цикл шага (ЦШ) - основная функциональная единица ходьбы, характеризующая время от начала контакта с опорой данной ноги до следующего такого же контакта этой же ногой. Среднее время цикла шага при естественной ходьбе приближается к одной секунде. Цикл шага для данной конечности состоит из двух основных периодов: **периода опоры** и **периода переноса** (рис. 1).

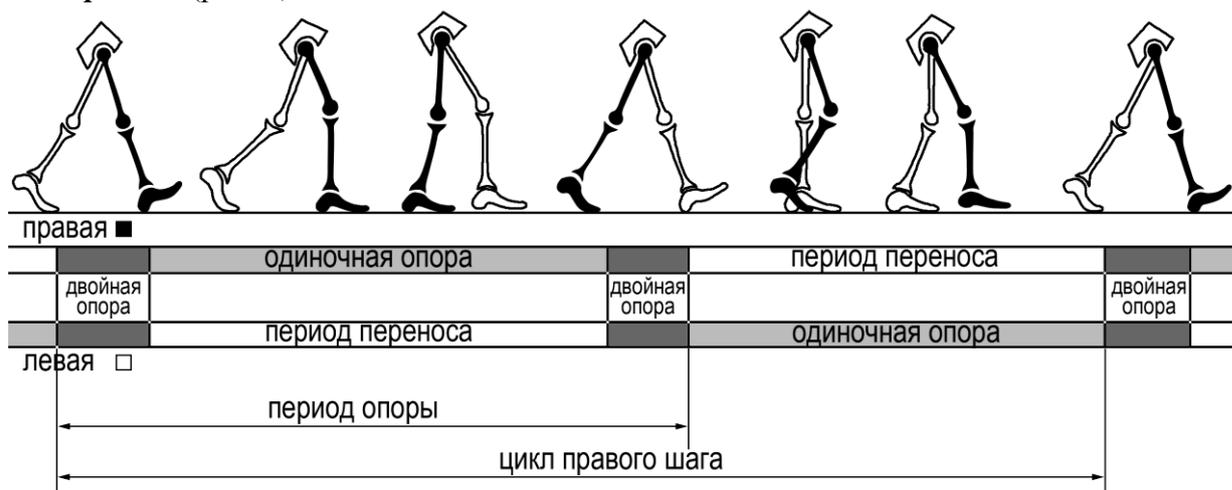


Рисунок 1. Цикл шага и его периоды.

Продолжительность периода опоры (ПО) составляет от 58 до 61% ЦШ, а периода переноса (ПП) — от 42 до 39% ЦШ.

Период двойной опоры (ДО) - это часть периода опоры, когда обе ноги находятся в контакте с опорой, поскольку в акте ходьбы участвуют две конечности. Составляет от 16 до 22% ЦШ. Двойная опора имеет место дважды за ПО — в начале и в конце. **Первый период двойной опоры (ПДО)** и второй — **второй период двойной опоры (ВДО)**. Каждый период двойной опоры имеет, соответственно, длительность от 8 до 11% ЦШ.

Период одиночной опоры (ОО) – время, наступающее с началом периода переноса позади стоящей конечности. Период ОО равен соответствующему ПП противоположной конечности. Таким образом, ПО состоит из двух периодов двойной опоры и одного периода опоры на одну ногу. Период переноса одной ноги соответствует периоду одиночной опоры на другую ногу. Другими словами, время периода переноса будет равно по абсолютному значению времени периода одиночной опоры противоположной конечности.

Длительность цикла шага - весь ЦШ включает, в среднем, 40% периода одиночной опоры, 40% периода переноса и 20% суммарного времени двойной опоры. В соответствии с

наличием правой и левой конечности различают правый и левый ЦШ. Время ЦШ принято измерять в секундах. Другие временные характеристики, как правило, измеряются в относительных единицах — процентах от времени ЦШ данной стороны. Применение относительных единиц позволяет проводить корректное сравнение длительности внутренних интервалов ЦШ при разной абсолютной длительности ЦШ.

Частота шага (ЧШ), т.е. число одиночных шагов в единицу времени, как правило, в ми-

$$\text{ЧШ} = \frac{1 \text{ МИН}}{0.5 \text{ ЦШ}}$$

нуту. ЧШ определяется по формуле:

Перекаты стопы. Для нормальной походки существует определенная, жесткая последовательность контакта отделов стопы с опорой. Первой вступает в контакт с опорой область пятки, затем следует зона головки V плюсневой кости, I плюсневой кости и концевой фаланги первого пальца. Окончание контакта с опорой следует в обратном порядке. Таким образом, в сагиттальной плоскости перекал стопы по опоре происходит от пятки к концевой фаланге первого пальца, а во фронтальной плоскости — от головки V плюсневой кости к головке I плюсневой кости. Это — **прямой перекал**, т.к. он происходит в направлении движения. Во фронтальной плоскости перекал стопы по опоре происходит по направлению снаружи вовнутрь это — **латеро-медиальный перекал**. Другие варианты перекалов стопы по опоре являются патологическими.

Пространственные характеристики шага относятся к общим параметрам походки и в клиническом плане отражают способность пациента к самостоятельному передвижению. Наиболее часто используются такие показатели как длина шага, база шага, угол разворота стопы и скорость шага.

Длина шага (ДШ) — это расстояние, измеренное в сагиттальной плоскости между одноименными точками правой и левой стопы. Если правая стопа находится впереди левой, то это **правый шаг**, если левая, то — **левый шаг**. Соответственно, длина правого шага измеряется, если впереди правая нога, длина левого — если впереди левая нога (рис. 2).

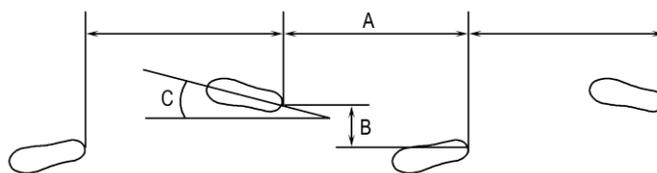


Рисунок 2. Способ измерения длины, базы шага и угла разворота стопы [Chao E.Y. et al., 1983]: А — длина шага, В — база шага, С — угол разворота стопы.

Длина шага в произвольном темпе здорового человека среднего роста составляет 70-72 см. В настоящее время, обычно измеряется не длина шага, а **длина цикла шага** (stride length) (рис. 3). Единицей измерения служит метр или сантиметр.

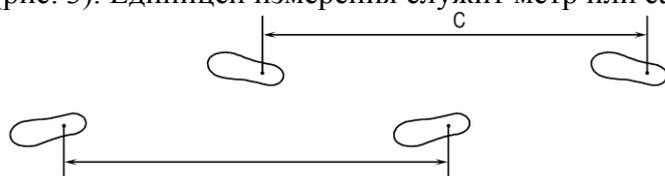


Рисунок 3. измерение длины цикла шага (С).

База шага (БШ) представляет собой ту же величину, измеренную во фронтальной плоскости (рис. 2). Другое ее название — ширина шага. Однако применение термина «база шага» будет более правильным, так как позволяет избежать ассоциации с чисто бытовым понятием «широкий шаг», которое характеризует его длину. Единицей измерения служит сантиметр. БШ, в среднем, составляет 6 см.

Угол разворота стопы (УРС) — угол между продольной осью стопы и линией направления движения (рис. 2). Измеряется в градусах. Ось стопы определяется как линия, проходящая через середину ее отпечатка. Среднее значение УРС 10 градусов.

Скорость шага (СШ) — наиболее общая пространственно-временная характеристика походки, выраженная в метрах в секунду или в метрах в минуту.

$$\text{СШ} = \text{ДШ} \times \text{ЧШ}$$

СШ – показатель, который одним из первых реагирует на неблагополучие организма, как соматическое, так со стороны опорно-двигательной системы.

Общий центр масс (ОЦМ) — это гипотетическая точка, находящаяся на 2-3 см впереди мыса таза promontorium, соответствующая общему центру масс тела.

Клиническая и инструментальная диагностика

ДИАГНОСТИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ПРИ НАРУШЕНИЯХ ПОХОДКИ

Большое количество заболеваний, способных приводить к дисбазии, предполагает широкий круг диагностических исследований, в которых приоритетное значение имеет клинический неврологический осмотр. Используют КТ и МРТ; миелографию; вызванные потенциалы разных модальностей, в том числе вызванный моторный потенциал, стабилотографию, ЭМГ; биопсию мышц и периферических нервов; исследование ликвора; осуществляют скрининг метаболических расстройств и идентифицируют токсины и яды; проводят психологическое исследование; иногда важна консультация окулиста, отоларинголога или эндокринолога. По показаниям привлекают и другие разнообразные исследования, в том числе и специальные методы изучения походки.

Во время клинического изучения походки больному предлагается ходить:

- с открытыми и закрытыми глазами,
- вперёд лицом и спиной,
- фланговой походкой
- вокруг стула,
- на носках и пятках,
- по узкому проходу, по линии
- в разном темпе,
- бегать
- поворачиваться во время ходьбы,
- подниматься по лестнице.

Большое количество заболеваний, способных приводить к нарушениям походки, предполагает широкий круг диагностических исследований, в которых приоритетное значение имеет клинический неврологический осмотр. Используется КТ и МРТ; миелографию; вызванные потенциалы разных модальностей, в том числе вызванный моторный потенциал, стабилотографию, ЭМГ; биопсию мышц и периферических нервов; исследование ликвора; осуществляют скрининг метаболических расстройств и идентифицируют токсины и яды; проводят психологическое исследование; иногда важна консультация окулиста, отоларинголога или эндокринолога. По показаниям привлекают и другие разнообразные исследования. Особое значение для анализа ходьбы имеют специальные методы изучения походки.

КЛИНИЧЕСКИЕ ШКАЛЫ ОЦЕНКИ ФУНКЦИИ ХОДЬБЫ

Функция ходьбы нарушается вследствие **изменения функции**:

- Силы мышц,
- Тонуса мышц,
- Выносливости мышц,
- Подвижности суставов,
- Стабильности суставов.

Нарушение функции мышц приводит к изменению, как положения нижней конечности, так и согласованной работы суставов. В результате **формируется патологический стереотип ходьбы**.

Целесообразно использовать балльные системы клинической оценки: шкалы, тесты и опросники. В настоящее время для выявления наличия и степени выраженности элементарных **двигательных функций и ходьбы** активно применяются:

- Шестибалльная шкала оценки мышечной силы
- Модифицированная шкала Ашфорта
- Тест 6 минутной ходьбы (6 Minute Walk Test),
- а так же используется углометр для определения объема движений в отдельных суставах.

Для оценки **активности жизнедеятельности** людей, связанной с их мобильностью, самообслуживанием и бытовой жизнью существует:

- Индекс мобильности Ривермид (Rivermead Mobility Index)
- Динамический индекс походки (Dynamic Gait Index)
- Индекс ходьбы Хаузера (Hauser S., 1983)
- Шкала функциональной независимости FIM (Functional Independence Measure, англ., пункт «Подвижность»).

МЕТОДЫ КЛИНИЧЕСКОГО ИНСТРУМЕНТАЛЬНОГО АНАЛИЗА ПОХОДКИ

По цели применения клинического анализа походки (КАП), они могут подразделяться на следующие основные:

- Функциональная диагностика двигательной патологии, формирование функционального компонента диагноза;
- Планирование процесса реабилитации: решение вопроса о характере и последовательности лечебных воздействий, включая и оперативное лечение, где проводится моделирование результата оперативного лечения;
- Прогнозирование результата лечения;
- Динамическое наблюдение: проведение периодического (возможно ежедневного) контроля проводимого лечения: лечения физическими факторами, ЛФК, медикаментозной терапии и т.д., для своевременной корректировки - управление процессом реабилитации на основе принципа обратной связи с получаемым результатом;
- Оценка отдаленного результата и долговременное прогнозирование.

В современной медицине стандартом КАП является синхронная регистрация следующих двигательных параметров:

- Временные,
- Пространственные,
- Кинематические,
- Динамические,
- Функциональная ЭМГ.

Временные параметры позволяют регистрировать структуру цикла шага, что уже само по себе позволяет проводить диагностику отдельных распространённых состояний. Кроме этого, вся информация по другим методикам, в конечном счёте, после обработки представляется в формате цикла шага. Некоторые комплексы регистрации временных характеристик цикла шага позволяют получить данные по пространственным показателям (длина, ширина, шага, угол разворота стопы, скорость ходьбы). В других случаях, эта информация может быть извлечена при регистрации кинематических характеристик.

Кинематические характеристики – класс весьма многообразных параметров, которые включают, как движения в суставах, так и в сегментах тела, а так же их траектории. В стандартном отчёте, обычно представляются гониограммы движений в тазобедренном, коленном и голеностопном суставах, а так же движения таза. Вся информация выводится в трёх взаимно перпендикулярных плоскостях: сгибание-разгибание, отведение-приведение и ротация.

Динамические, т.е. силовые, характеристики регистрируются динамометрической платформой, которая установлена вровень с полом. При проходе по ней обследуемого получаем графики трёх составляющих реакции опоры: вертикальная, продольная, поперечная и траекторию равнодействующей реакции опоры.

Функциональная ЭМГ, как правило, многоканальная, регистрируется во время ходьбы и позволяет оценить правильность автоматизма работы мышц.

Временные и пространственные характеристики

Самым простым методом определения базовых временных и пространственных характеристик цикла шага является исследование с применением секундомера и мерной дистанции. Во время прохода отмечается количество шагов каждой ногой и общее время прохода. Далее производится простой арифметический подсчёт, который позволяет получить среднее время цикла шага, среднюю скорость ходьбы и длину шага.

Преимущества данного метода очевидны – простота и возможность выполнения практически в любых условиях. Ограничения – невозможность регистрации длительности цикла шага для каждой ноги и других периодов цикла шага. Кроме этого, точность данного метода весьма низка, что связано и с ручным методом получения информации и рядом методических ограничений.

Корректные параметры и во всей их полноте, возможно, получить только посредством инструментальных методик - специальных сенсорных дорожек-ковриков, контактных сенсоров-стелек, инерционных датчиков. Сенсорные дорожки-коврики позволяют получать все основные временные и пространственные характеристики ходьбы автоматически при регистрации одного прохода обследуемого по ним. Получаемые параметры представлены в существующем стандарте в сравнении с нормой. Устройства с контактными сенсорами-стельками так же позволяют автоматически рассчитывать временные параметры цикла шага. Данные системы первично ориентированы на другую задачу – регистрацию давления под стопой, а расчёт временных характеристик цикла шага в них является побочным. В последние годы появились новые средства изучения временных характеристик цикла шага, которые обладают существенными преимуществами перед предшествующими, поскольку не являются контактными. Это различного рода инерционные датчики, которые фиксируются непосредственно на стопы обследуемого. Ряд систем имеет готовые методики для автоматической регистрации и расчёта временных характеристик цикла шага. В настоящее время, устройства данного типа активно разрабатываются и предлагаются для клинического использования ввиду их удобства и более доступной стоимости.

Методы исследования кинематических характеристик

Кинематические характеристики, как правило, исследуются сразу во всех крупных суставах обеих нижних конечностей. Стандартный формат представления данных – тот же - это цикл шага.

Основные движения для тазобедренного, коленного и голеностопного суставов при ходьбе производятся в сагиттальной плоскости, т.е. это движения сгибания-разгибания. Кроме этого, в тазобедренном суставе имеются движения ротации и отведения-приведения. В здоровом коленном суставе движения в этих плоскостях очень незначительной амплитуды, но могут возрастать при повреждении связочного аппарата. Голеностопный сустав является, по сути, одноосевым. Но комплекс голеностопного, подтаранного и Шопарова сустава производит движения супинации-пронации и ротации. Поэтому для более точного исследования движений между голенью и стопой применяются методы пространственной регистрации движений.

Золотым стандартом регистрации кинематики движений в суставах является **метод видеоанализа**. Но это имеет отношение только к определённой технической реализации данного метода, а не вообще к видеотехнике. Современные видеосистемы для проведения исследования кинематики движений в клинических условиях представляют собой весьма зрелые конструкции, которые прошли стадию формирования несколько десятилетий назад. Однако, стоимость оборудования и собственно обследования, пропускная способность такой лаборатории и требуемое для неё помещение остаются относительно высокими. Кроме этого, требуемые для их установки помещения должны иметь 80-100 м² и более. Перед исследованием требуется калибровка рабочей зоны и другие действия, которые существенно увеличивают время обследования и трудозатраты.

В последние годы активно применяется другая технология – **инерционные сенсоры**. К одному из существенных достоинств комплексов на базе инерционных сенсоров относится возможность проведения исследования в любом подходящем помещении, даже при его временном использовании.

Методы исследования динамических параметров

Динамические параметры принято исследовать с помощью специальных приборов - **динамометрических платформ**. Они регистрируют три составляющие реакции опоры: вертикальную, продольную и поперечную при проходе по ним пациента. Платформы имеют собственное программное обеспечение, ориентированное, правда, на исследователя. Обработка их информации в клинических целях производится, как правило, в специализированных программных пакетах соответствующих систем регистрации кинематики движений или специальных программных пакетах обработки данных всего исследования. Сле-

дует отметить, что информация, получаемая с динамометрической платформы – информация стратегическая. Ни один другой метод исследования её не дублирует и не позволяет получить.

В ряде случаев применяются платформы **стабилометрические** (регистрируют только вертикальную составляющую реакции опоры) различных производителей, включая отечественных.

Методы исследования функции мышц

Для исследования включения мышц в процессе ходьбы применяется метод поверхностной ЭМГ. Данный метод используется не первое десятилетие, поэтому является достаточно зрелым с точки зрения применяемой методики. Особенность регистрации ЭМГ, а точнее, профиля биоэлектрической активности мышц в цикле шага в том, что нужно избежать существенных помех, которые являются следствием передвижения пациента и работы многих групп мышц. Поэтому приборы для такой регистрации, как правило, содержат предварительный усилитель сигнала непосредственно вблизи электродов, либо, в последние годы – автономный ЭМГ канал, который в силу миниатюрности производит усиление и последующую обработку сигнала непосредственно в месте его получения. Этот тип приборов передаёт данные посредством радиоканала. Данные приборы имеют собственный беспроводной интерфейс и программное обеспечение, что не мешает обрабатывать данные и в других прикладных пакетах. Как правило, это пакет общей обработки данных.

КОМПЛЕКСНОЕ КЛИНИЧЕСКОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ПОХОДКИ

Как можно увидеть из приведённого краткого обзора, существующие методы и комплексы для исследования походки позволяют регистрировать различные параметры и их комбинации. Однако, полноценное клиническое исследование походки требует одновременного использования разных методик исследования. Ни один из серийных комплексов не содержит в своём составе все необходимые методы.

Таким образом, для полноценного клинического исследования функции ходьбы необходима комбинация нескольких методов исследования.

Особенностью данного исследования является то, что все используемые методики (как правило, разных производителей) требуется синхронизировать с точностью не менее 0,01 с. Это необходимо вследствие того, что собственно цикл шага относительно невелик по времени (около 1 с) и протекающие в нём процессы носят быстропроходящий характер. В мощных комплексах для клинического анализа движений, основанных на видеотехнике – вопрос синхронизации и подключения различного стороннего оборудования решается наличием специального блока сопряжения, в который, и приходит информация от всех используемых приборов. Однако, перечисленные комплексы – это, на сегодня, высший уровень решения данной задачи. Решение качественное, дорогое и в наших реальных условиях, мало применимое для практической работы. К сожалению, остальные варианты оказываются в той или иной мере некомплектными. При этом основа любого такого комплекса – это система регистрации кинематических данных, поскольку именно она является самой сложной и дорогой.

Кинематика движений в суставах нижней конечности

Независимо от степени свободы движений каждого сустава наибольшую амплитуду при ходьбе все они имеют в сагиттальной плоскости. Эти движения направлены на процесс передвижения.

Тазобедренный сустав. В течение ЦШ в нем происходит только одно сгибание и одно разгибание, при этом крайние положения достигаются в период двойной опоры. В этот период одна нога, только что вступившая в период опоры, имеет максимальное сгибание, а вторая, покидающая опору, — максимальное разгибание. Таким образом, амплитуда сгибания при среднем темпе ходьбы составляет порядка 30 градусов, а разгибания – 10 градусов.

Гониограмма тазобедренного сустава при нормальной походке приведена на рисунке 11.

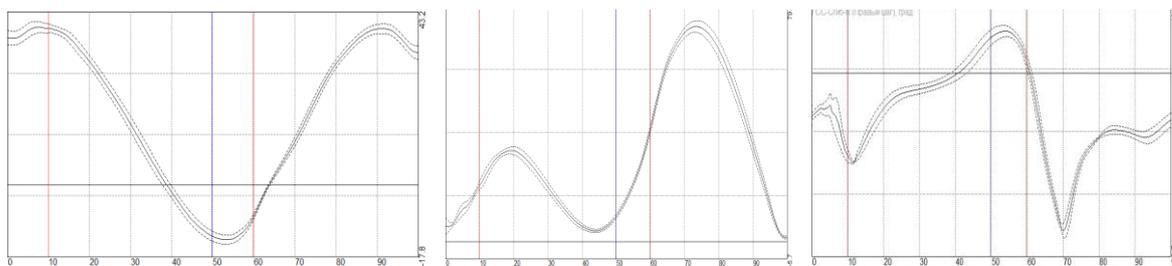


Рисунок 11. Гониограммы в формате ЦШ (слева направо) тазобедренного, коленного и голеностопного суставов. Амплитуда вверх от изолинии – сгибание, вниз – разгибание. Показана средняя гониограмма и её среднеквадратическое отклонение.

В первые 8% ЦШ тазобедренный сустав практически неподвижен. Разгибание начинается лишь после постановки всей стопы на опору. Плавное, почти линейное разгибание продолжается весь период одиночной опоры, максимальное разгибание достигается к моменту начала периода двойной опоры. Это движение обеспечивает продвижение тела вперед. С началом периода двойной опоры разгибание сменяется сгибанием. Сгибание тазобедренного сустава — это основное движение, которое переносит конечность вперед. Максимальная амплитуда сгибания достигается в конце периода переноса, непосредственно перед постановкой стопы на опору.

Коленный сустав в течение ЦШ выполняет четыре основных движения: два сгибания и два разгибания. Первое сгибание начинается еще в конце периода переноса в 96-97% ЦШ и продолжается до начала периода одиночной опоры. Это довольно быстрое сгибание обеспечивает поглощение энергии удара (падения тела на опорную ногу) и трансформацию его в поступательное движение, а также снижение величины вертикального ускорения общего центра масс тела. Его амплитуда составляет, в среднем, 15 градусов. Быстрое сгибание в первый период двойной опоры сменяется плавным разгибанием, продолжающимся весь период одиночной опоры.

С началом следующего периода двойной опоры происходит второе сгибание, быстрое и высокоамплитудное – 60-70 градусов, которое завершается в середине ПП. После этого сустав так же быстро разгибается до конца ЦШ.

В течение цикла шага голеностопный сустав выполняет два сгибания и два разгибания. Первое разгибание происходит в начале ПО. Основная функция этого движения — поглощение и трансформация энергии удара стопы об опору в поступательное движение тела вперед. Разгибание завершается с постановкой всей стопы на опору. Следующее движение — плавное сгибание, сустав проходит нейтральное положение. Сгибание заканчивается с постановкой на опору другой ноги. Происходит дальнейшее продвижение ноги вперед за счет переката через голеностопный сустав. После отрыва пятки от опоры (30% ЦШ) при продолжающемся сгибании в голеностопном суставе продвижение осуществляется за счет переката через голеностопный сустав и передний отдел стопы.

В последнюю фазу периода опоры происходит второе разгибание. Начало его совпадает с началом второго периода двойной опоры (50% ЦШ), разгибание продолжается и в начале ПП примерно до 66% ЦШ. Последующее сгибание почти до нейтрального уровня продолжается до середины ПП (87% ЦШ). Основная функция этого движения — обеспечение достаточного клиренса (зазора) стопы с опорной поверхностью.

Пространственные движения таза

Энергетические затраты при ходьбе зависят от траектории движения ОЦМ, величины его подъемов и падений. Траектория движений ОЦМ в сагиттальной плоскости напоминает плавную синусоиду с максимальным подъемом в период одиночной опоры и минимумом в двухопорный (рис. 4). Полная амплитуда движений составляет порядка 5 см.

Потенциальная энергия падения тела на опору преобразуется в кинетическую энергию продвижения тела вперед и преобразуется вновь в потенциальную при очередном подъеме ОЦМ. Естественные потери и затраты энергии получают постоянную подпитку со стороны мышечного аппарата.

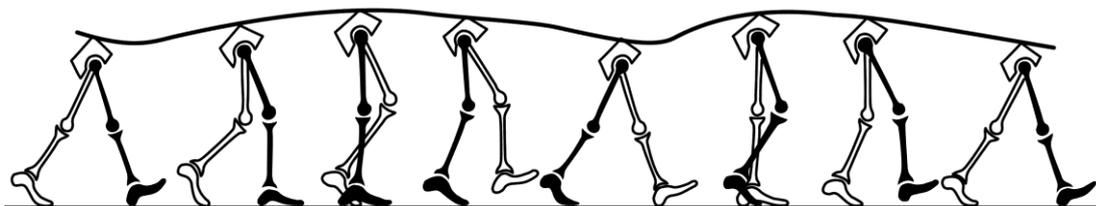


Рисунок 4. Вертикальные перемещения таза и ОЦМ.

Затраты энергии на вертикальные перемещения ОЦМ неизбежны, т.к. позволяют утилизировать циклические появления избытка потенциальной или кинетической энергии. Вертикальные перемещения ОЦМ, таким образом, позволяют оптимизировать затраты энергии. Однако сама величина вертикальных девиаций ОЦМ должна быть сбалансирована, что осуществляется с помощью пяти функциональных и анатомических приспособлений ОДА.

Кроме вертикальных движений ОЦМ существуют еще и боковые, связанные с переносом тяжести тела на опорную ногу, которые сопровождаются сопутствующими движениями таза.

Полная амплитуда боковых движений ОЦМ достигает примерно пяти сантиметров, а ротация таза в каждую сторону составляет около четырех градусов (рис. 5).

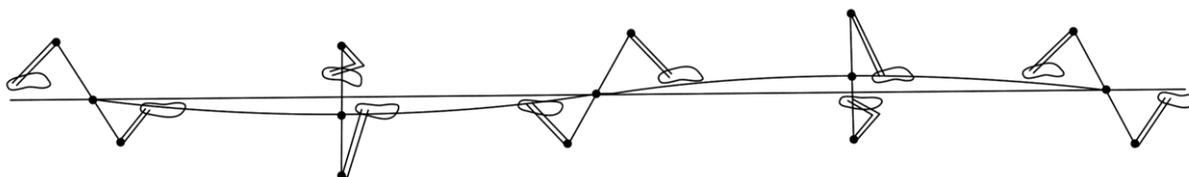


Рисунок 5. Боковые перемещения ОЦМ и вращение таза.

Описываются и интерпретируются 6 основных адаптивных механизмов, уменьшающих энергетическую стоимость ходьбы (рис.6).

Шесть детерминат походки

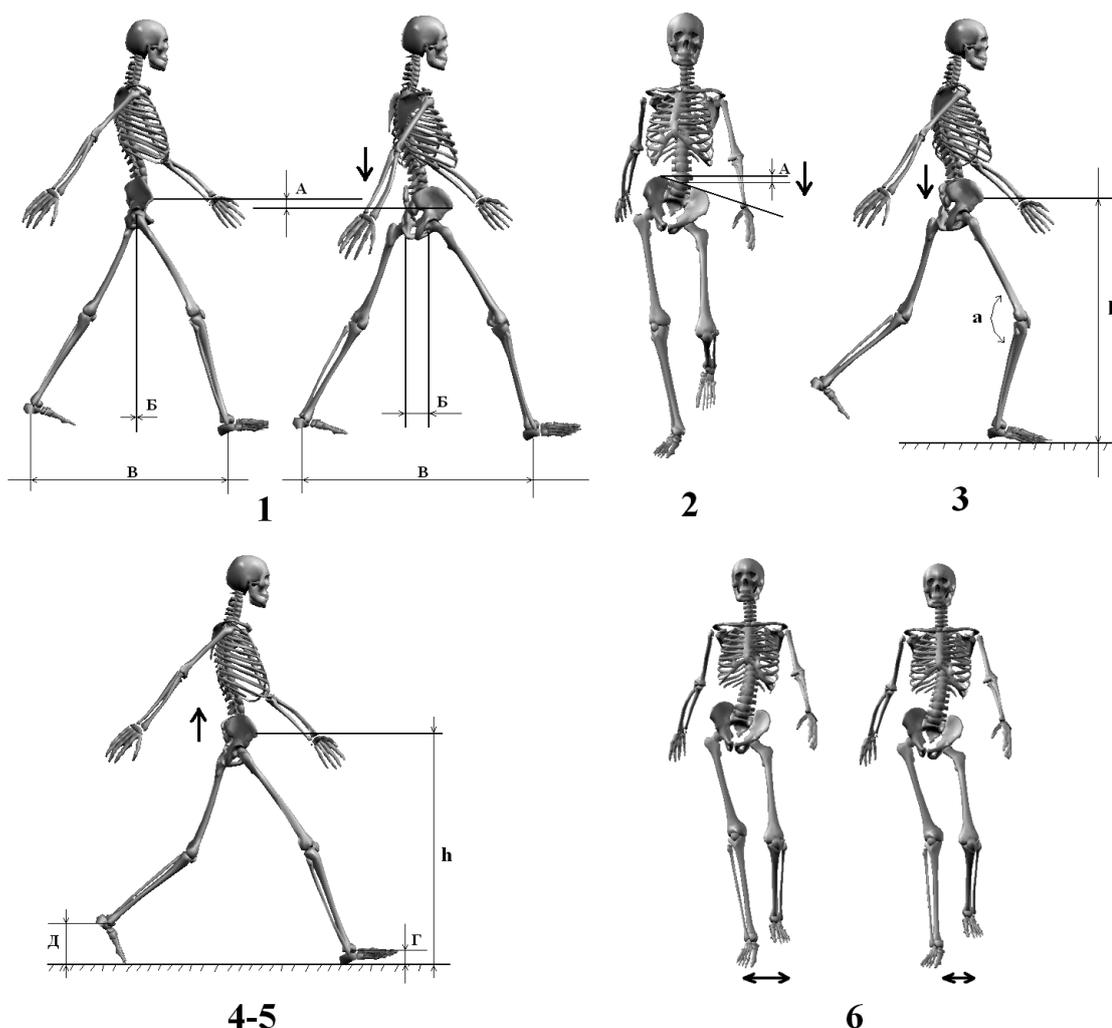


Рисунок 6. Шесть детерминант походки. 1 — поворот таза в горизонтальной плоскости позволяет поддерживать ОЦМ на более низком уровне. 2 — уменьшение высоты подъема ОЦМ за счет наклона таза в сторону переносимой конечности. 3 — уменьшение высоты подъема ОЦМ за счет сгибания в коленном суставе. 4-5 — функциональное удлинение конечности за счет постановки стопы на опору на пяточную область и функциональное удлинение конечности за счет разгибания в голеностопном суставе. 6 — физиологический вальгус коленного сустава как механизм уменьшения фронтальных девиаций ОЦМ. А — амплитуда перемещения ОЦМ тела, Б — расстояние между центрами тазобедренных суставов в сагиттальной плоскости, а — амплитуда сгибания коленного сустава, h — высота ОЦМ тела над плоскостью опоры, Г — дополнительная высота за счет опоры стопы на пятку, Д — дополнительная высота за счет разгибания голеностопного сустава.

Первая детерминанта — вращение таза

Таз совершает вращательные движения в горизонтальной плоскости с амплитудой около четырех градусов в каждую сторону, поэтому длина шага «В» увеличивается за счет поворота таза и соответственно появляющегося расстояния между центрами тазобедренных суставов в сагиттальной плоскости «Б». Без этого поворота таза сохранение прежней длины шага будет возможно лишь за счет увеличения амплитуды сгибания в тазобедренном суставе впереди стоящей ноги. Чем больше амплитуда поворота таза, тем на большую величину «А» будет ниже положение ОЦМ в период двойной опоры (рис. 6-1).

Вторая детерминанта — наклон таза

В течение ЦШ таз совершает движения во фронтальной плоскости амплитудой около четырех градусов. Переносимая конечность своей тяжестью отклоняет таз в свою сторону. За счет этого положение ОЦМ снижается. Этот механизм реализуется в период одиночной опоры, когда ОЦМ принимает наивысшее положение в ЦШ и позволяет уменьшить затраты энергии на его подъем (рис. 6-2).

Третья детерминанта — сгибание коленного сустава в начале периода опоры

Сгибание коленного сустава амплитудой a в начале периода опоры позволяет уменьшить высоту траектории движения ОЦМ h . Результат этого сгибания — более низкая и пологая траектория движения ОЦМ в верхнее положение, а также снижение динамических нагрузок на ОДА за счет уменьшения вертикального ускорения ОЦМ (рис. 6-3).

Четвертая детерминанта — функциональное удлинение конечности в начале периода опоры

Постановка стопы на опору на ее пяточную область, а не на всю стопу, кроме достижения уже известных эффектов (поглощения энергии удара и трансформации ее в пропульсивную), имеет еще одну цель — функциональное удлинение конечности на величину Γ в первые 5-8% ЦШ (рис. 6 – 4,5), что позволяет увеличить высоту h ОЦМ тела.

Пятая детерминанта — функциональное удлинение конечности в конце периода опоры

Сгибание коленного сустава в конце периода опоры уменьшает эффективную длину нижней конечности, однако параллельного ему падения ОЦМ не происходит, т.к. это сгибание компенсируется разгибанием в голеностопном суставе. Поэтому до момента передачи основной нагрузки на конечность, которая только что вступила в опорный период, ОЦМ продолжает поддерживаться приблизительно на том же уровне за счет появления дополнительной компенсирующей длины конечности D (рис. 6 – 4, 5).

Шестая детерминанта: физиологический вальгус коленного сустава — механизм ограничения девиаций ОЦМ во фронтальной плоскости

Все предшествующие пять детерминант походки были направлены на ограничение вертикальных перемещений ОЦМ. Шестая — механизм уменьшения боковых девиаций ОЦМ — это физиологический вальгус коленных суставов. При отсутствии физиологического вальгуса коленных суставов база шага будет шире, приближаясь к расстоянию между центрами тазобедренных суставов (рис. 6-6). Так как в период одиночной опоры проекция ОЦМ должна проходить в пределах площади опоры, обеспечивая устойчивое положение, при большой базе шага боковые движения ОЦМ, а следовательно, и затраты энергии будут увеличены. Наличие физиологического вальгуса коленного сустава позволяет уменьшить базу шага и фронтальные движения ОЦМ. Действие всех механизмов позволяет минимизировать перемещения ОЦМ, а таким образом, и энергозатраты.

Динамические характеристики (реакции опоры)

Вертикальная составляющая реакции опоры

Вертикальной составляющей реакции опоры имеет характерный вид двугорбой кривой с двумя максимумами и одним минимумом (рис. 7).

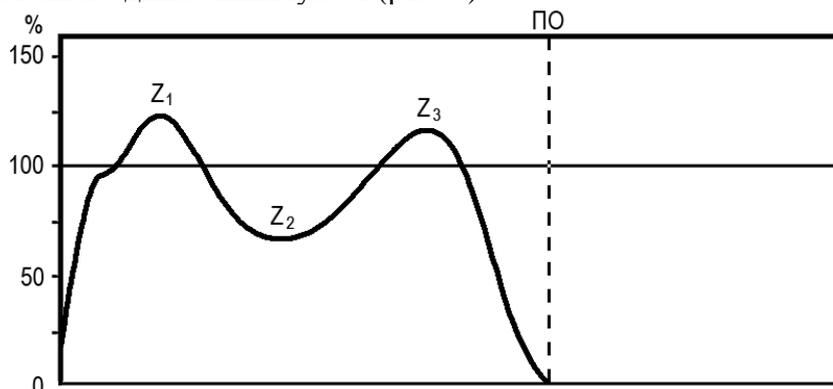


Рисунок 7. График вертикальной составляющей реакции опоры.

Первый максимум приходится на интервал 13-14% цикла шага, второй — на 46-47% ЦШ. Таким образом, оба максимума и минимум приходятся на период одиночной опоры. Оба максимума имеют в среднем величину, равную 110-113% веса тела обследуемого, т.е. превышают его реальный вес. Следовательно, ОЦМ имеет в эти моменты вертикальное ускорение, совпадающее с направлением ускорения свободного падения.

Первый пик вертикальной реакции опоры - *максимум ускорения подъема*. Второй - *максимум ускорения падения*.

Минимум вертикальной составляющей реакции опоры приходится на период одиночной опоры точно между фазами подъема и падения, что соответствует 27-30% ЦШ и среднему значению 77-80% веса тела. Данный минимум имеет инерционную природу это — **инерционный минимум**.

Величина максимального экстремума вертикальной составляющей реакции опоры (максимума подъема или падения) имеет особое название — **динамическая опороспособность конечности**. При этом динамическая опороспособность конечности определяется по тому из двух экстремумов, который имеет большее значение в периоде опоры. В случае тяжелой патологии вертикальная составляющая может быть меньше веса тела. В этом случае больной нуждается в средствах дополнительной опоры.

Продольная составляющая реакции опоры

Продольная составляющая реакции опоры характеризует: угол приложения силы к плоскости опоры, направление ускорения ОЦМ в сагиттальной плоскости.

В первой половине периода опоры сила, приложенная к опоре со стороны конечности, имеет направление, соответствующее направлению движения (а реакция опоры — противоположное). В конце периода опоры сила имеет обратное направление, а реакция опоры соответствует направлению движения (рис. 8). Поскольку направление вектора силы меняется на противоположное, то, как раз в середине одиночной опоры продольная составляющая реакции опоры проходит через нулевое значение.

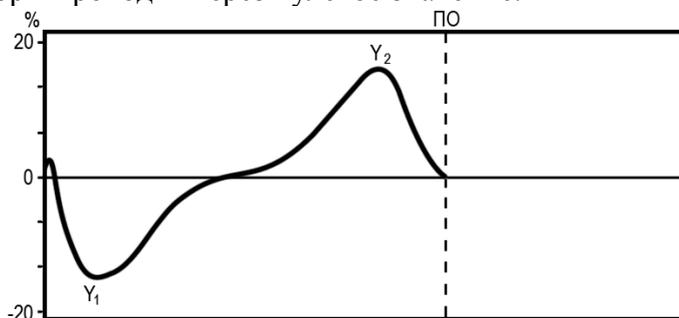


Рисунок 8. Продольная составляющая реакции опоры.

Данная кривая (рис. 17) имеет два главных пика. Первый из них отрицательный, с максимумом в 8-10% ЦШ, по абсолютной величине достигает 17-19% веса тела. Второй максимум имеет место в 51-52% ЦШ при величине 19-20% веса тела. Нулевое значение продольная составляющая реакции опоры принимает в 30-35% ЦШ.

Первый максимум продольной составляющей реакции опоры приходится на конец *первого периода двойной опоры* — это **максимум торможения**. Второй максимум продольной составляющей реакции опоры имеет место в начале *второго периода двойной опоры* — это **максимум ускорения** или отталкивания.

Поперечная составляющая реакции опоры

Это наименьшая по амплитуде составляющая реакции опоры. В период одиночной опоры имеются две пологие вершины в 15-18% и в 42-43% ЦШ с амплитудой 4-5% и 3-4% веса тела соответственно. Схожесть их с графиком вертикальной реакции опоры объясняется подобием процессов. Данная составляющая отражает процесс поддержания баланса во фронтальной плоскости.

Профили ЭМГ активности мышц в формате ЦШ

На рис. 9 приведены профили биоэлектрической активности мышц по D.A. Winter (1990).

Передняя большеберцовая мышца. Активность этой мышцы нарастает к концу периода переноса, что необходимо для развития достаточного усилия с началом опоры.

С началом ЦШ активность продолжает линейно нарастать и достигает максимума в 6% ЦШ. Именно в этот период мышца выполняет роль активного буфера и трансформатора энергии удара в пропульсивное движение вперед. Действие мышцы - экцентрическое.

В последующий интервал 6-22% ЦШ активность снижается столь же быстро, как и нарастала до этого. В этот период мышца выполняет, в основном, контрольную функцию, а также ее действие несколько способствует продвижению тела вперед. Действие мышцы - концентрическое.

Последующие 22-60% ЦШ, т.е. до конца периода опоры, *m. tibialis anterior* сохраняет минимальную активность, которая, возможно, имеет значение как состояние готовности к действию. Непосредственно перед завершением периода опоры активность мышцы начинает возрастать, что производит сгибание в голеностопном суставе (концентрическое действие) для создания необходимого клиренса стопы с поверхностью опоры.

Наружная икроножная мышца. Первый максимум точно совпадает с окончанием начального времени двойной опоры (10% ЦШ), после чего к 30% ЦШ активность уменьшается. Следующий пик приходится на 46% ЦШ. Последующий профиль активности характеризуется лишь несколько большей средней активностью.

Прямая мышца бедра. Первый максимум имеет место в 12% ЦШ, как для *m. Vastus medialis*. Начало активности наступает раньше, в 86-88% ЦШ и необходимо для сгибания тазобедренного сустава, т.е. для выведения всей конечности вперед перед постановкой на опору. Заметим, что *m. Rectus femoris*, как и другие сгибатели тазобедренного сустава, выполняет лишь вспомогательную роль, т.к. основным механизмом сгибания тазобедренного сустава - инерционный. С началом периода переноса *m. rectus femoris* выполняет действие, для которого идеально приспособлена, - сгибание тазобедренного сустава с одновременным выпрямлением коленного (второй максимум в 66% ЦШ). Впрочем, разгибание коленного сустава начинается позднее - в 72% ЦШ. Строго говоря, активность *m. rectus femoris* в отношении коленного сустава до этого момента сводится к контролю избыточного сгибания (торможение сгибания).

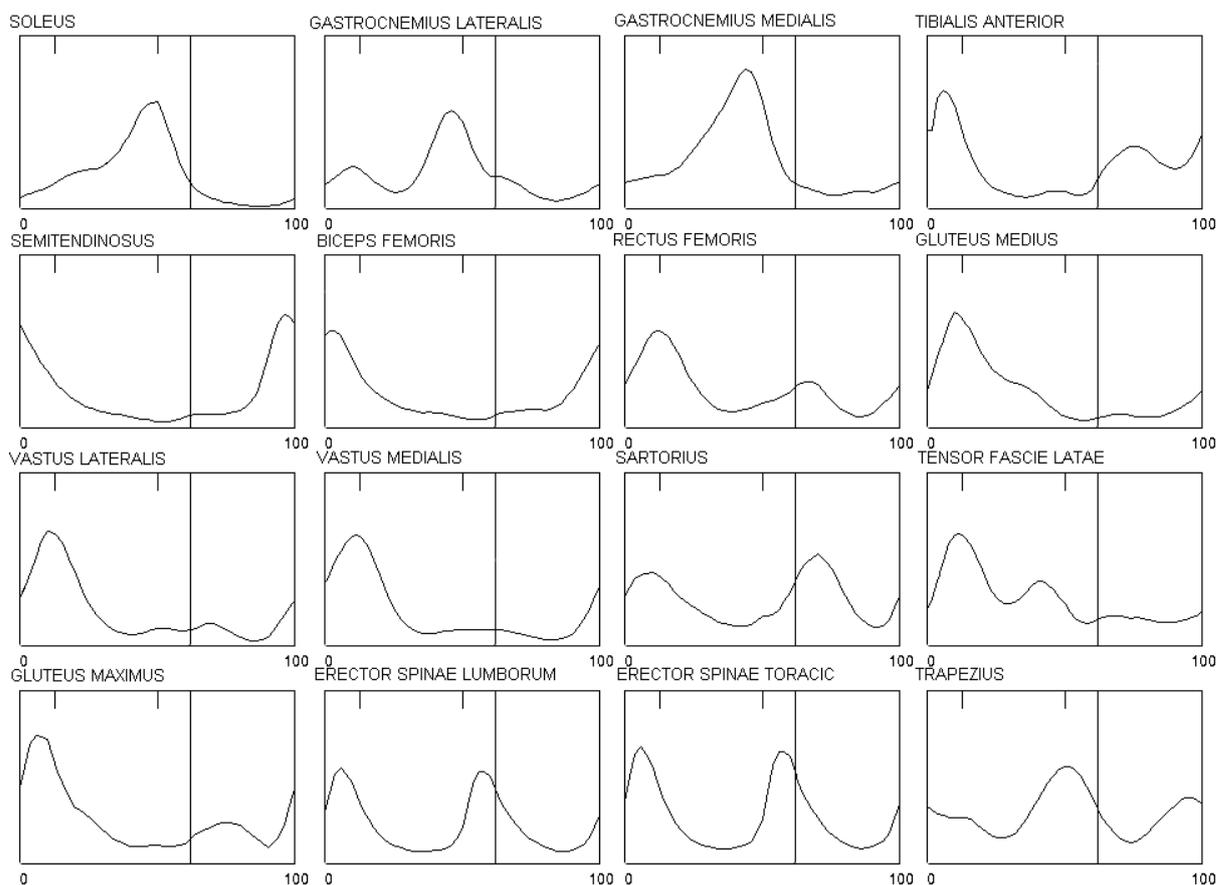


Рисунок 9. Профили биоэлектрической активности некоторых мышц в цикле шага [по данным D.A. Winter, 1990].

Двуглавая мышца бедра. Фактически имеется лишь один пик активности в начале ПО. Собственно уровень биоэлектрической активности у здоровых людей имеет значительную вариативность, которая определяется собственно, типом конституции, развитием мышечной системы, величиной подкожной жировой клетчатки и рядом других параметров. Для больных этот разброс может быть ещё больше в зависимости от формы заболевания и уровня поражения центральной или периферической нервной системы. Поэтому

наибольшее значение при анализе отдаётся не столько абсолютным значениям ЭМГ амплитуд, сколько качественному профилю активности.

Литература

1. Бернштейн Н.А. Исследование по биодинамике локомоций. Книга первая.— М.: Изд. ВИЭМ, 1935.— 244 с.
2. Витензон А.С. Закономерности нормальной и патологической ходьбы человека.— М.: ООО «Зеркало», 1998.— 271 с.
3. Нарушение походки (дисбазия) [эл.ресурс: <http://ilive.com.ua>]. Дата обращения 06.05.2016
4. Скворцов Д.В. - Диагностика двигательной патологии инструментальными методами: анализ походки, стабилметрия. Москва, Т.М. Андреева, 2007, 617 с.
5. Ястребцева И. П. Нарушения постурального баланса при церебральном инсульте: монография. —Н. Новгород : ООО «Мадин», 2015. – 384 с.
6. AAOS - United Healthcare – Gait Analysis (medical policy). <http://www.aaos.org/govern/federal/issues/UHCGaitAnalysis.pdf>
7. Andersson, A. G., Kamwendo, K., Appelros P. (2006). "How to identify potential fallers in a stroke unit: validity indexes of 4 test methods." *J Rehabil Med* 38(3): 186-191.
8. Baker R.W. *Measuring Walking: A Handbook of Clinical Gait Analysis*. Wiley, 2013, p. 246.
9. Basmajian J.V., DeLuca C.J. *Muscles Alive: their functions revealed by electromyography*.— Baltimore: Williams & Wilkins, 1986.
10. Brooks D., Solway S., Gibbons W.J. ATS statement on six-minute walk test. *Am J Respir Crit Care Med*. 2003 May 1;167(9):1287.
11. Collen F. M., Wade D. T., Bradshaw CM. Mobility after stroke: reliability of measures of impairment and disability. *Int Disabil Stud*. 1990 Jan-Mar;12(1):6-9.
12. Demeurisse G., Demol O., Robaye E. Motor evaluation in vascular hemiplegia. *Eur Neurol* 1980;19(6):382-9.
13. Fulk G.D., Echternach J.L. Test-retest reliability and minimal detectable change of gait speed in individuals undergoing rehabilitation after stroke. *J Neurol Phys Ther*. 2008 Mar;32(1):8-13.
14. Flansbjer et al, 2005 "Reliability of gait performance tests in men and women with hemiparesis after stroke." *J Rehabil Med* 37(2): 75-82.
15. Gage J.R. *Gait analysis in cerebral palsy*.— Mac Keith Press, 1991.— P.206.
16. Gage J.R. *Gait analysis. An essential tool in the treatment of cerebral palsy* // *Clin. Orthop*.— 1993.— Vol.288.— P.126-134.
17. Hsueh, I. P., Wang, C.-H., et al. (2003). "Comparison of psychometric properties of three mobility measures for patients with stroke." *Stroke* 34: 1741-1745.
18. Inman V.T., Ralston H.J., Told F. *Human Walking*.— Baltimore: Williams & Wilkins, 1981.— 154 p.
19. IPEM - Clinical Scientists in Clinical Movement Analysis: Standards for Practice. http://www.ipem.ac.uk/Portals/0/Documents/Publications/Policy%20Statements/IPEM_CMA_Standards_030812%20-%20%28New%20format%29.pdf
20. Jonsdottir J. and Cattaneo, D. (2007). "Reliability and validity of the dynamic gait index in persons with chronic stroke." *Archives of physical medicine and rehabilitation* 88(11): 1410-1415.
21. Kirtley C. *Clinical Gait Analysis: Theory and Practice*. London: Elsevier, Churchill Livingstone; 2006, p. 328.
22. Kosak M, Smith T. Comparison of the 2-, 6-, and 12-minute walk tests in patients with stroke. *J Rehabil Res Dev*. 2005 Jan-Feb;42(1):103-7.
23. Lam T., Luttmann K. - Turning capacity in ambulatory individuals poststroke. *Am J Phys Med Rehabil*. 2009 Nov;88(11):873-83.
24. Muro-de-la-Herran A., Garcia-Zapirain B., Mendez-Zorrilla A. Gait analysis methods: an overview of wearable and non-wearable systems, highlighting clinical applications. *Sensors (Basel)*. 2014 Feb 19;14(2):3362-94.
25. Narayanan U.G. The role of gait analysis in the orthopaedic management of ambulatory cerebral palsy. *Curr Opin Pediatr* 2007;19:38–43.

26. Oliveira C.B., Medeiros I.R., Frota N.A., Greters M.E., Conforto A.B. - Balance control in hemiparetic stroke patients: main tools for evaluation. *J Rehabil Res Dev.* 2008;45(8):1215-26.
27. Patterson, S., Forrester, L., et al. (2007). "Determinants of walking function after stroke: differences by deficit severity." *Archives of physical medicine and rehabilitation* 88(1): 115-119.
28. Perry J. *Gait analysis. Normal and pathological function.*— SLACK Incorporated, 1992.— 524 p.
29. Podsiadlo, D., Richardson, S. (1991). "The timed "Up & Go": a test of basic functional mobility for frail elderly persons." *J Am Geriatr Soc* 39(2): 142-148.
30. Schwartz M.H., Viehweger E., Stout J., Novacheck T.F., Gage J.R. Comprehensive treatment of ambulatory children with cerebral palsy: an outcome assessment. *J Pediatr Orthop* 2004; 24:45–53.
31. Sutherland D.H., Olshen R., Cooper L. et al. The development of mature gait // *J. Bone Joint Surg.*— 1980.— Vol.62A, N4.— P.336-353.
32. Vaughan C.L., Davis B.L., O'Connor J. - *Dynamics of Human Gait.* Champaign, IL: Human Kinetics, 1992, 1st edition
33. Watts H.G. Gait laboratory analysis for preoperative decision making in spastic cerebral palsy: is it all it's cracked up to be? *J Pediatr Orthop* 1994;14:703–4.
34. Whittle M.W. *Gait analysis: an introduction.*— Butterworth Heinemann, 1991.— 230 p.
35. Winter D.A. *Biomechanics and motor control of Human movement.*— N.-Y., Chichester, Toronto, Singapore: John Wiley & Sons, 1990.— 277 p.
36. Winter D.A. *The biomechanics and motor control of human gait.*— Waterloo, Ontario: University of Waterloo Press, 1991.— 143 p.
37. Wren T.A., Gorton G.E., Ounpuu S., Tucker C.A. - Efficacy of clinical gait analysis: A systematic review. *Gait Posture.* 2011 Jun;34(2):149-53.
38. Wu G., Cavanagh P.R. ISB recommendations for standardization in the reporting of kinematic data // *J. Biomech.*— 1995.— Vol.28.— P.1257-1261.
39. Wu G., van der Helm F.C., Veeger H.E. et al. ISB recommendation on definitions of joint coordinate systems of various joints for the reporting of human joint motion. Part II: shoulder, elbow, wrist and hand // *J. Biomech.*— 2005.— Vol.38, N5.— P.981-992.
40. Wu G., Siegler S., Allard P. et al. ISB recommendation on definitions of joint coordinate system of various joints for the reporting of human joint motion. Part I: ankle, hip, and spine // *J. Biomech.*— 2002.— Vol.35, N4.— P.543-548.
41. Wren T.A., Bowen R.E., Otsuka N.Y., Scaduto A.A., Chan L.S., Sheng M., Hara R., Kay R.M. - Influence of gait analysis on decision-making for lower extremity surgery. *Dev Med Child Neurol* 2009;51:1.
42. Wren T.A.L., Kalisvaart M.M., Ghatan C.E., Rethlefsen S.A., Hara R., Sheng M., Chan L.S., Kay R.M. - Effects of preoperative gait analysis on costs and amount of surgery. *J Pediatr Orthop* 2009;29:558–63.
43. Wrisley D.M., Marchetti G.F., Kuharsky D.K., Whitney S.L. Reliability, internal consistency, and validity of data obtained with the functional gait assessment. *Phys Ther.* 2004 Oct;84(10):906-18.
44. Wrisley D., Kumar N. (2010). "Functional Gait Assessment: concurrent, discriminative, and predictive validity in community-dwelling older adults." *Physical Therapy* 90(5): 761.
45. Yelnik A., Bonan I. - Clinical tools for assessing balance disorders. *Neurophysiol Clin.* 2008 Dec;38(6):439-45. Epub 2008 Oct 18.