

Национальная ассоциация по борьбе с инсультом
Союз реабилитологов России
Российская ассоциация по спортивной медицине и реабилитации больных и
инвалидов
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

Список терминов и сокращений

БШ – база шага (step width)

Длина цикла шага (stride length)

ВДО – вторая двойная опора (second double support)

ДО – двойная опора (суммарная) (double support)

ДШ – длина шага (step length)

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

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)

Оглавление

ВВЕДЕНИЕ	5
ГРУППЫ ЗАБОЛЕВАНИЙ, СОПРОВОЖДАЮЩИЕСЯ РАССТРОЙСТВАМИ ХОДЬБЫ.....	5
СТРАТИФИКАЦИЯ РИСКА	6
МОДЕЛЬ ПАЦИЕНТА	7
МЕТОДОЛОГИЯ СОСТАВЛЕНИЯ МЕТОДИЧЕСКИХ РЕКОМЕНДАЦИЙ.....	9
МЕТОДЫ КЛИНИЧЕСКОГО ИНСТРУМЕНТАЛЬНОГО АНАЛИЗА ПОХОДКИ ..	10
Временные и пространственные характеристики	12
Методы исследования кинематических характеристик.....	13
Методы исследования динамических параметров.....	14
Методы исследования функции мышц	14
ФУНКЦИЯ ХОДЬБЫ – КЛИНИКО-БИОМЕХАНИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ.....	14
Цикл шага.....	14
Пространственные характеристики шага	16
Кинематика движений в суставах нижней конечности	17
Пространственные движения таза	18
Динамические характеристики (реакции опоры).....	18
Профили ЭМГ активности мышц в формате ЦШ.....	20
КЛИНИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ФУНКЦИИ ХОДЬБЫ.....	21
ДИАГНОСТИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ПРИ НАРУШЕНИЯХ ПОХОДКИ	23
КЛИНИЧЕСКИЕ ШКАЛЫ ОЦЕНКИ ФУНКЦИИ ХОДЬБЫ.....	24
ПОРЯДОК ОБНОВЛЕНИЯ КЛИНИЧЕСКИХ РЕКОМЕНДАЦИЙ	24
ЛИТЕРАТУРА	25

Ключевые слова: *ходьба, биомеханика, функция, функциональная диагностика движений.*

Введение

Инструментальное исследование функции ходьбы, как клиническое направление, оформилось к 80-м годам прошлого века. Тогда же появились первые фундаментальные руководства [3, 5, 12]. Данная отрасль медицины получила широкое распространение и название – клинический анализ ходьбы (Clinical Gait Analysis – CGA). Последующие исследования определили более точно методики, нормативы [4, 6, 13, 15].

Дальнейшие работы позволили утвердить стандарты [19, 20, 21]. Кроме стандартов, подготовленных международными научными сообществами, в ряде стран имеются национальные (IPEM).

В конце прошлого, начале текущего века появились отечественные руководства по анализу ходьбы [1, 2].

Исследование ходьбы стало 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 участвует весь опорно-двигательный аппарат. Ходьба оптимально реализуется только при условии нормального функционирования 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.

Группы заболеваний, сопровождающиеся расстройствами ходьбы

Расстройства ходьбы могут иметь пациенты с такими **диагнозами** как:

I. Некоторые инфекционные и паразитарные болезни A80-A89 Вирусные инфекции центральной нервной системы B20-B24 Болезнь, вызванная вирусом иммунодефицита человека [ВИЧ] B90-B94 Последствия инфекционных и паразитарных болезней II Новообразования C69-C72 Злокачественные новообразования глаза, головного мозга и других отделов ЦНС	G60-G64 Полиневропатии и другие поражения периферической нервной системы G80 Церебральный паралич и другие паралитические синдромы (G80.4 Атаксический церебральный паралич) G91 Гидроцефалия G92 Токсическая энцефалопатия VIII Болезни уха и сосцевидного отростка H81 Нарушения вестибулярной функции H82 Вестибулярные синдромы при
--	--

V Психические расстройства и расстройства поведения F10-F19 Психические расстройства и расстройства поведения, связанные с употреблением психоактивных веществ F30-F39 Расстройства настроения [аффективные расстройства] F90-F98 Эмоциональные расстройства и расстройства поведения, начинающиеся обычно в детском и подростковом возрасте VI Болезни нервной системы G04-G09 Воспалительные болезни центральной нервной системы (искл. G00-G03 - менингиты) G10-G13 Системные атрофии, поражающие преимущественно центральную нервную систему G35-G37 Демиелинизирующие болезни центральной нервной системы	болезнях, классифицированных в других рубриках H83 Другие болезни внутреннего уха IX Болезни системы кровообращения I60-I69 Цереброваскулярные болезни XIX Травмы, отравления и некоторые другие последствия воздействия внешних причин S00-S09 Травмы головы XX Внешние причины заболеваемости и смертности Y91 Доказательство влияния алкоголя, определенного по степени опьянения
---	--

Стратификация риска

Падения при ходьбе являются серьёзной проблемой здравоохранения вследствие высокой частоты встречаемости и тяжелых, часто инвалидизирующих, последствий. По данным Международной Организации Здравоохранения, каждый год в мире происходит 37,3 миллиона падений людей, чаще пожилого возраста. Как минимум один раз падал каждый третий человек старше 65 лет, а в возрасте после 90 лет - 60% лиц данной возрастной категории. В результате падений жизнь пациента может резко измениться, например, вследствие переломов костей и других травм, повреждений. В итоге пациенты могут лишиться независимости в повседневной жизни, что в значительной степени усложнит и внутрисемейные отношения. Возрастёт риск социальной изоляции больного человека.

Помимо травмы и связанной с ней инвалидизацией, почти у 50% пожилых лиц, перенесших повторные падения, отмечается ограничение физической активности вследствие причин психологического характера. У этой категории лиц появляется страх повторных падений, вследствие чего они перестают выходить из дома. Данная ситуация так же сопровождается возрастанием зависимости больного человека от его окружения и увеличивает нагрузку на него.

Модель пациента

Критерии и признаки, определяющие модель пациента: Нарушение функции ходьбы любого генеза, сопровождающееся ощущением неустойчивости и потерей равновесия.

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:</p> <p>b235 Вестибулярные функции</p> <p>b240 Ощущения, связанные со слухом и вестибулярными функциями</p> <p>b249 Функции слуха и вестибулярные функции, другие уточненные и не уточненные</p> <p>b260 Проприоцептивная функция</p> <p>b760 Контроль произвольных двигательных функций</p> <p>b765 Непроизвольные двигательные функции</p> <p>b770 Функции стереотипа походки</p> <p>b779 Двигательные функции, другие уточненные и не уточненные</p> <p>b780 Ощущения, связанные с мышцами и двигательными функциями</p> <p>b798 Нейромышечные, скелетные и связанные с движением функции, другие уточненные</p> <p>b799 Нейромышечные, скелетные и связанные с движением функции, не уточненные</p> <p>СТРУКТУРЫ:</p> <p>s110 Структура головного мозга</p> <p>s120 Спинной мозг и относящиеся к нему структуры</p> <p>s260 Структура внутреннего уха</p> <p>s740 Структура тазовой области</p> <p>s750 Структура нижней конечности</p> <p>s760 Структура туловища</p>

Обязательная составляющая модели	Описание составляющей
	s770 Дополнительные скелетно-мышечные структуры, связанные с движением s798 Структуры, связанные с движением, другие уточненные s799 Структуры, связанные с движением, не уточненные
Домены МКФ, связанные с реабилитацией пациентов с нарушением ходьбы	<p>РАЗДЕЛ 4 МОБИЛЬНОСТЬ ИЗМЕНЕНИЕ И ПОДДЕРЖАНИЕ ПОЛОЖЕНИЯ ТЕЛА (d410-d429) d410 Изменение позы тела d415 Поддержание положения тела 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 ВЕДЕНИЕ ДОМАШНЕГО ХОЗЯЙСТВА (d630-d649)</p>

Обязательная составляющая модели	Описание составляющей
	d630 Приготовление пищи d640 Выполнение работы по дому d649 Ведение домашнего хозяйства, другое уточненное и не уточненное 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 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
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

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 80 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 источники 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 2013-15». 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) “Реабилитация при эндопротезировании коленного сустава” [<http://rehabrus.ru/index.php?id=55>]
2. Клинические рекомендации СРР "Реабилитация при эндопротезировании тазобедренного сустава» [<http://rehabrus.ru/index.php?id=55>]
3. Клинические рекомендации СРР «Диагностика и реабилитация нарушений функции ходьбы и равновесия при синдроме центрального гемипареза в восстановительном периоде инсульта» [<http://rehabrus.ru/index.php?id=55>]

Критерии и признаки, определяющие модель пациента: Нарушение функции ходьбы любого генеза, как в доклинической форме, так и, сопровождающееся жалобами пациента.

Методы клинического инструментального анализа походки

По цели применения клинического анализа ходьбы, 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 настоящее время в развитых странах клинический анализ ходьбы используется во многих лечебных учреждениях для практической лечебной работы, особенно при планировании оперативных вмешательств и в работе страховых компаний. Значительную роль КАП имеет при лечении церебрального паралича [8, 14]. Рандомизированные исследования [23] показывают, что использование КАП существенно изменяет, как собственно лечение, так и процесс принятия решения. При этом КАП не только может значительно изменить применяемое лечение, когда принятый до этого исследования план лечения противоречит данным КАП, но и способен укрепить и дополнить план лечения, когда полученные данные ему не противоречат. В последние годы значительное количество когортных и других исследований обнаружили взаимоотношение между выполненным КАП и исходами лечения. Эти исследования доказывают, что результаты лечения и функция ходьбы в частности существенно лучше в тех случаях, когда план лечения основан на данных КАП [18].

Опубликованные работы показывают и экономическую эффективность КАП [23]. По данным [11] уменьшение количества хирургических вмешательств у больных с церебральным параличом было достигнуто без дополнительных расходов посредством выполнения анализа ходьбы пациента, что дало возможность хирургам одномоментно выполнять многокомпонентное оперативное вмешательство (single-event multi-level surgery - SEMLS).

Однако, для анализа походки недостаточно физикального обследования пациента или рутинных инструментальных методов. Для этого необходима специальная аппаратура.

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 после обработки представляется в формате цикла шага. Некоторые комплексы регистрации временных характеристик цикла шага позволяют получить данные по пространственным (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 сегментов тела, а также 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

Корректные параметры во всей их полноте, возможно, получить только посредством инструментальных методик. Здесь набор довольно велик, хотя большая часть оборудования является импортным.

Наиболее популярными остаются специальные сенсорные дорожки-коврики. Данные устройства позволяют получать все основные временные и пространственные характеристики ходьбы автоматически. Имеются другие устройства с контактными сенсорами-стельками, которые так же позволяют автоматически рассчитывать временные

параметры цикла шага (ЦШ). 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.

Методы исследования кинематических характеристик

Кинематические характеристики, как правило, исследуются сразу во всех крупных суставах обеих нижних конечностей. Стандартный формат представления данных – ЦШ.

Основные движения для тазобедренного, коленного и голеностопного суставов при ходьбе производятся в сагиттальной плоскости - 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 стоит добавить, то, что на данной аппаратуре можно проводить исследование в любом подходящем помещении, даже при его временном использовании.

Проведённый недавно обзор используемых средств анализа походки по данным публикаций 2012-2013 годов [7] показал, что 40% авторов используют стационарные системы регистрации, но уже 37,5% получают данные посредством систем, основанных на

инерционных сенсорах, и 22,5% пользуются другими типами портативных, носимых систем.

Методы исследования динамических параметров

Динамические параметры принято исследовать с помощью специальных приборов - динамометрических платформ. При этом применяются платформы, установленные вровень с полом, которые регистрируют три составляющие реакции опоры: вертикальную, продольную и поперечную при проходе по ним пациента. Таким образом, для полноценного анализа могут применяться платформы, регистрирующие все три компоненты.

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

Методы исследования функции мышц

Для исследования включения мышц в процессе ходьбы применяется метод поверхностной ЭМГ. 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.

Функция ходьбы – клинико-биомеханические основы

Цикл шага

Основная функциональная единица ходьбы — это *цикл шага* (ЦШ). Цикл шага — 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).

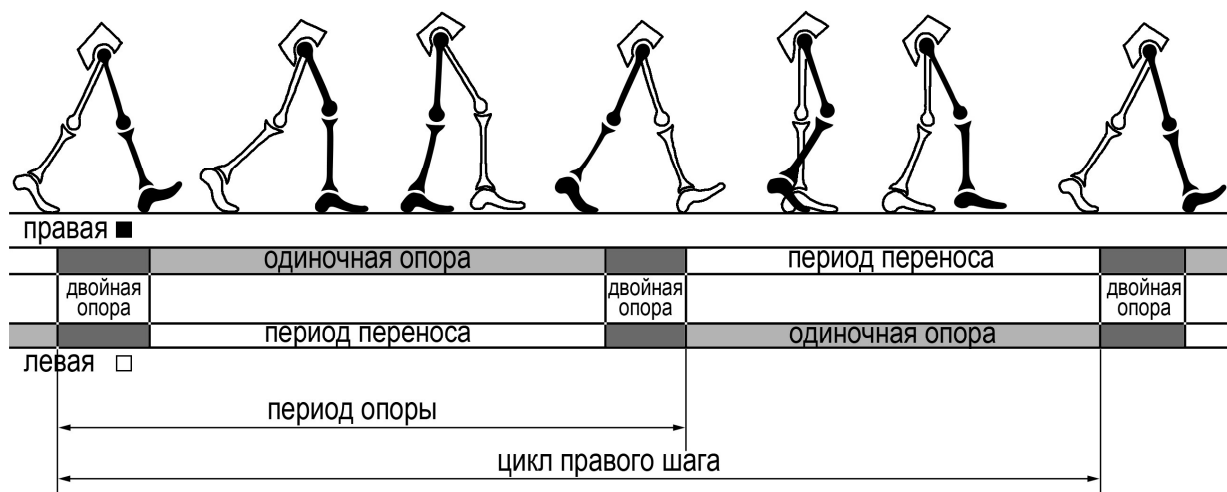


Рисунок 1. Цикл шага и его периоды [2].

Продолжительность периода опоры (ПО) составляет от 58 до 61% ЦШ, а периода переноса (ПП) — от 42 до 39% ЦШ. Поскольку в акте ходьбы участвуют две конечности, то часть периода опоры составляет время, когда обе ноги находятся в контакте с опорой. Это время получило название **периода двойной опоры** (ДО) и 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.

С началом периода переноса позади стоящей конечности для опорной наступает **период одиночной опоры** (ОО). Нетрудно заметить, что 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.

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.

Кроме длительности ЦШ одной из наиболее общих временных характеристик является **частота шага** (ЧШ), т.е. число одиночных шагов в единицу времени, как правило, в минуту. ЧШ определяется по формуле:

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

Пространственные характеристики шага

Пространственные характеристики 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).

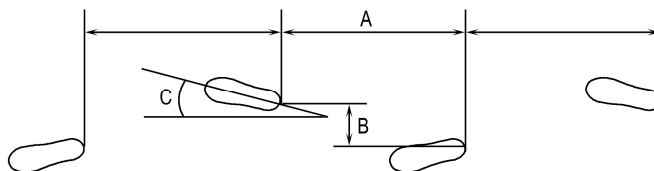


Рисунок 2. Способ измерения длины, базы шага и угла разворота стопы А — длина шага, В — база шага, С — угол разворота стопы.

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). Единицей измерения служит метр или сантиметр.

База шага (БШ) представляет собой ту же величину, измеренную во фронтальной плоскости (рис. 2). 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.

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

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 (рис.3). В течение ЦШ в нем происходит только одно сгибание и одно разгибание. Амплитуда сгибания при среднем темпе ходьбы составляет порядка 30 градусов, а разгибания – 10 градусов.

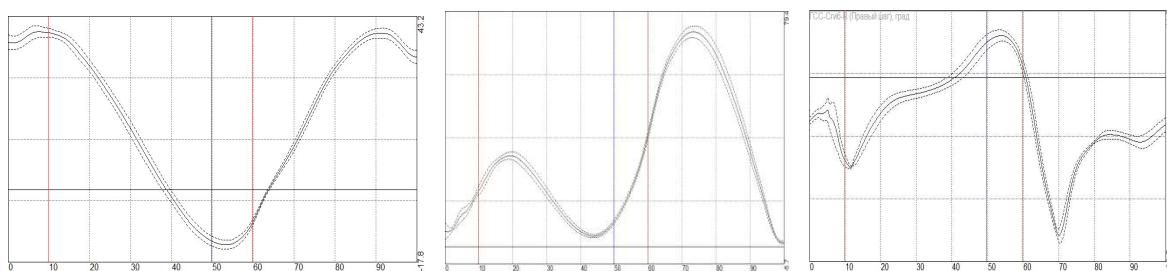


Рисунок 3. Гониограммы в формате ЦШ (слева направо) тазобедренного, коленного и голеностопного суставов. Амплитуда вверх от изолинии – сгибание, вниз – разгибание. Показана средняя гониограмма и её среднеквадратическое отклонение.

Коленный сустав в течение ЦШ выполняет четыре основных движения: два сгибания и два разгибания (рис.3). 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. Затем сгибание сменяется плавным разгибанием. 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.

Голеностопный сустав в ЦШ выполняет два сгибания и два разгибания (рис.3). 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. Сгибание заканчивается с постановкой на опору другой ноги. 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 общего центра масс тела (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. 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.

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.

Шесть основных адаптивных механизмов, уменьшающих энергетическую стоимость ходьбы, были подробно описаны в 1953 году [10].

Динамические характеристики (реакции опоры)

Вертикальная составляющая реакции опоры

Вертикальной составляющей реакции опоры имеет характерный вид двугорбой кривой с двумя максимумами и одним минимумом (рис. 4).

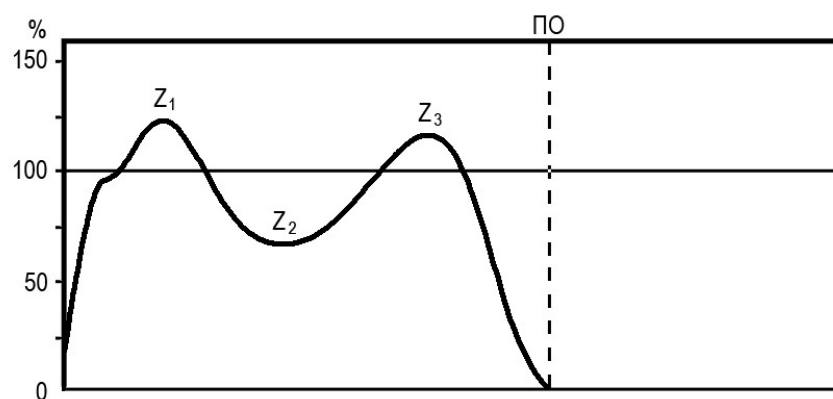


Рисунок 4. График вертикальной составляющей реакции опоры [2].

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*. В случае тяжёлой 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. 5). Поскольку направление вектора

силы меняется на противоположное, то, как раз в середине одиночной опоры продольная составляющая реакции опоры проходит через нулевое значение.

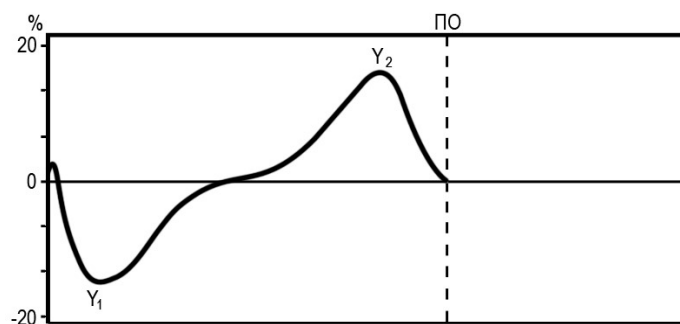


Рисунок 5. Продольная составляющая реакции опоры [2].

Данная кривая 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. 6 приведены профили биоэлектрической активности мышц по D.A.Winter [16].

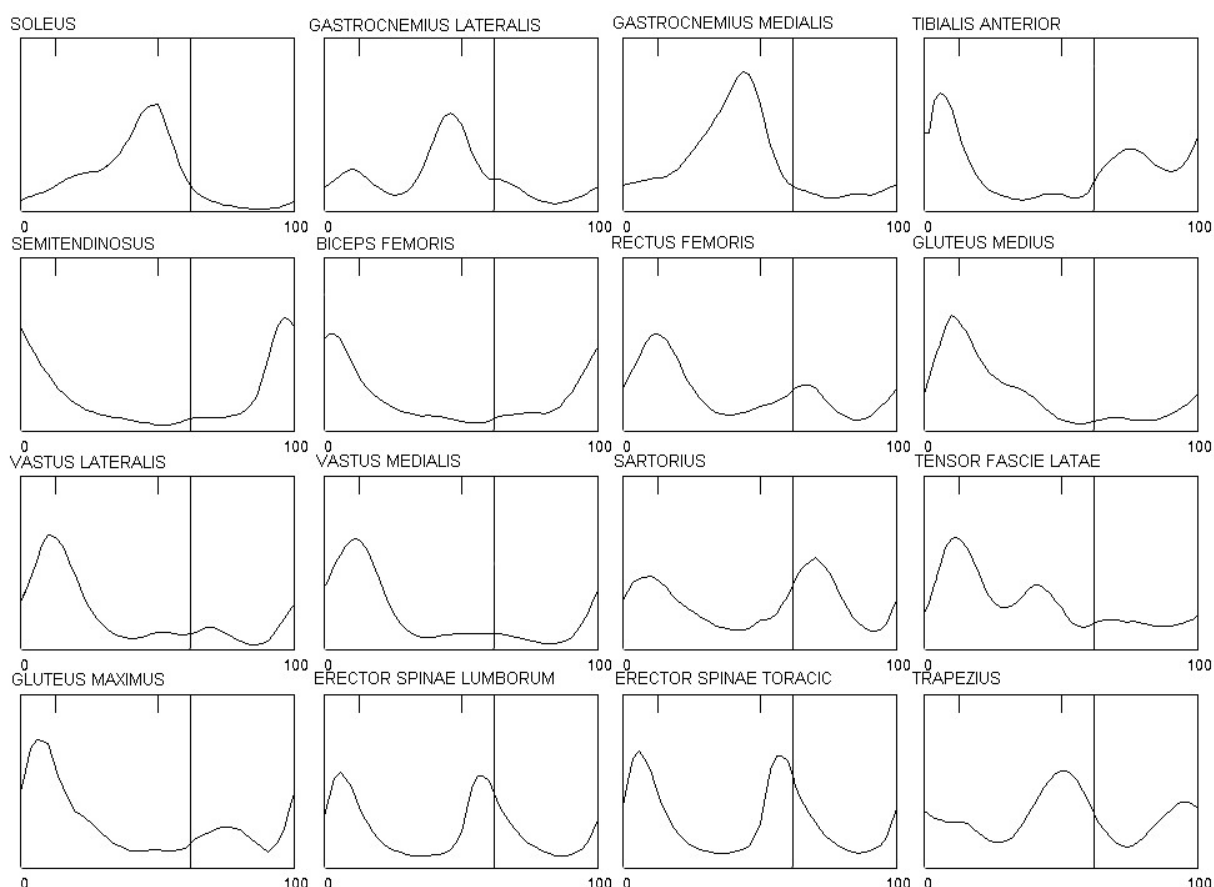


Рисунок 6. Профили биоэлектрической активности некоторых мышц в цикле шага [16].

Как можно видеть, значительная часть мышц имеет только один максимум активности в ЦШ. В ряде случаев имеется дополнительный пик активности, но уже меньшей амплитуды. Например, для *m. tibialis anterior* первый максимум – основной. В этот момент мышца выполняет роль активного буфера и трансформатора энергии удара в пропульсивное движение вперед. В ПП имеется ещё один пик меньшей амплитуды для производства сгибания в голеностопном суставе с целью создания необходимого клиренса стопы с поверхностью опоры.

Только мышцы туловища имеют два равноценных максимума активности, приходящиеся на ПДО и ВДО.

Клиническая оценка функции ходьбы

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 ходьба носит сложный характер, так как в ней одновременно присутствуют сразу несколько типов нарушений.

Основные типы нарушений ходьбы:

- Атактическая походка:
- мозжечковая;
- штампующая («табетическая»);
- при вестибулярном симптомокомплексе.
- «Гемипаретическая» («косящая» либо по типу «тройного укорочения»).
- Параспастическая.
- Спастико-атактическая.
- Гипокинетическая (паркинсоническая).
- Апраксия ходьбы.
- Идиопатическая сенильная дисбазия.
- Идиопатическая прогрессирующая «фризинг-дисбазия».
- Походка в «позе конькобежца» при идиопатической ортостатической гипотензии.
- «Перонеальная» походка - односторонний или двусторонний степаж.
- Ходьба с переразгибанием в коленном суставе.
- «Утиная» походка.
- Ходьба с выраженным лордозом в поясничной области.
- Походка при заболеваниях опорно-двигательного аппарата (анкилозы, артрозы, сухожильные ретракции и др.).
- Гиперкинетическая походка.
- Дисбазия при умственной отсталости.
- Походка (и другая психомоторика) при выраженной деменции.
- Психогенные нарушения походки разных типов.
- 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.
- Дисбазия ятрогенная (неустойчивая или «пьяная» походка) при лекарственной интоксикации.
- Дисбазия, вызванная болью (анталгическая).
- Пароксизмальные нарушения походки при эпилепсии и пароксизмальных дискинезиях.

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, стабิโลграфию, 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 нарушений ходьбы.

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 ходьбы, 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, стабิโลграфию, ЭМГ; биопсию мышц и периферических нервов; исследование ликвора; осуществляют скрининг метаболических расстройств и идентифицируют токсины и яды; проводят нейропсихологическое исследование; иногда важна консультация окулиста, отоларинголога или эндокринолога. По показаниям привлекают и другие разнообразные исследования. Особое значение для анализа ходьбы имеют специальные методы изучения нарушений ходьбы.

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.)
- Шкала функциональной независимости FIM.

Порядок обновления клинических рекомендаций

Использовать механизм обновления клинических рекомендаций, подразумевающий их актуализацию не реже чем один раз в три года и принятие решения об обновлении с учетом появившейся новой информации о тактике ведения пациентов с данным заболеванием (состоянием). Решение об обновлении принимает МЗ РФ на основе предложений, представленных медицинскими профессиональными некоммерческими организациями. Сформированные предложения должны учитывать результаты

комплексной оценки лекарственных препаратов, медицинских изделий, а также результаты клинической апробации.

Литература

1. Витензон А.С. Закономерности нормальной и патологической ходьбы человека.— М.: ООО «Зеркало», 1998.— 271 с.
2. Скворцов Д.В. - Диагностика двигательной патологии инструментальными методами: анализ походки, стабилметрия. Москва, Т.М. Андреева, 2007, 617 с.
3. Basmajian J.V., DeLuca C.J. Muscles Alive: their functions revealed by electromyography.— Baltimore: Williams & Wilkins, 1986.
4. Gage J.R. Gait analysis in cerebral palsy.— Mac Keith Press, 1991.— P.206.
5. Inman V.T., Ralston H.J., Told F. Human Walking.— Baltimore: Williams & Wilkins, 1981.— 154 p.
6. Kirtley C. Clinical Gait Analysis: Theory and Practice. London: Elsevier, Churchill Livingstone; 2006, p. 328.
7. 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.
8. Narayanan U.G. The role of gait analysis in the orthopaedic management of ambulatory cerebral palsy. Curr Opin Pediatr 2007;19:38–43.
9. Perry J. Gait analysis. Normal and pathological function.— SLACK Incorporated, 1992.— 524 p.
10. Saunders J.B., Inman V.T., Eberhart H.D. The major determinants in normal and pathological gait. J Bone Joint Surg Am. 1953 Jul;35-A(3):543-58.
11. 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.
12. 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.
13. Vaughan C.L., Davis B.L., O'Connor J. - Dynamics of Human Gait. Champaign, IL: Human Kinetics, 1992, 1st edition
14. 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.
15. Whittle M.W. Gait analysis: an introduction.— Butterworth Heinemann, 1991.— 230 p.
16. Winter D.A. Biomechanics and motor control of Human movement.— N.-Y., Chichester, Toronto, Singapore: John Wiley & Sons, 1990.— 277 p.
17. Winter D.A. The biomechanics and motor control of human gait.— Waterloo, Ontario: University of Waterloo Press, 1991.— 143 p.
18. 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.
19. Wu G., Cavanagh P.R. ISB recommendations for standardization in the reporting of kinematic data // J. Biomech.— 1995.— Vol.28.— P.1257-1261.
20. 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.
21. 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.
22. 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.
23. 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.