

Врачебный контроль в адаптивной физической культуре.  
Лекция № 2.

# МЕТОДЫ ОЦЕНКИ ФИЗИЧЕСКОГО РАЗВИТИЯ И ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ ВОЗМОЖНОСТЕЙ ИНВАЛИДОВ С ПОРАЖЕНИЕМ ОПОРНО- ДВИГАТЕЛЬНОЙ СИСТЕМЫ



*Пасечник Л.В. К.п.н., доцент*



# План:

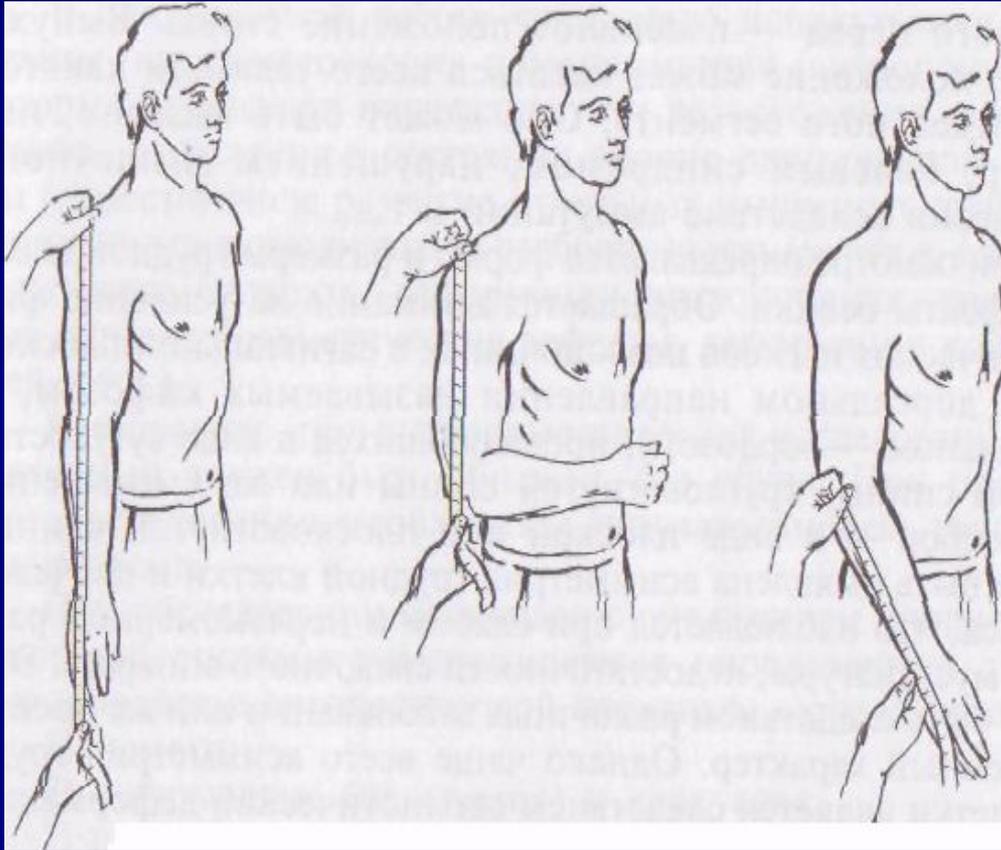
- 1. Оценка физического развития
- 2. Функциональные методы исследования.

- Хорошо известно, что одной из задач врачебного контроля традиционно является оценка физического развития и функциональных возможностей человека, что необходимо для правильного подбора физических упражнений с целью укрепления здоровья, развития физических качеств, обеспечения физического совершенствования.

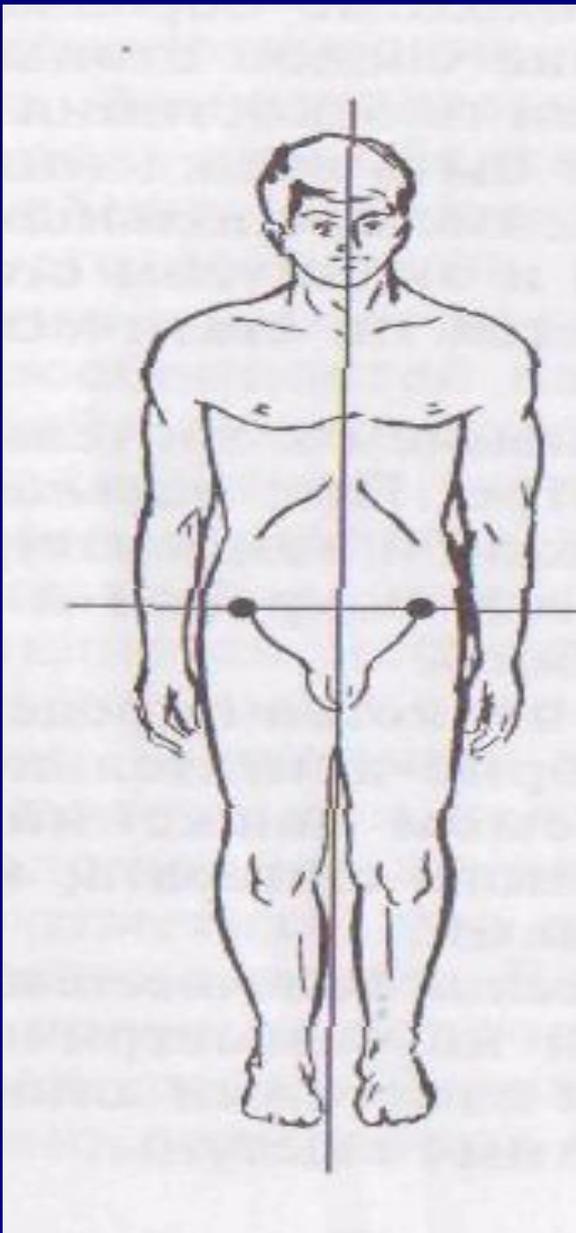
- Жизнедеятельность каждого человека, независимо от пола, возраста, профессии, характеризуется морфологическими и функциональными свойствами и качествами, которые передаются по наследству (генотип), а также приобретенными после рождения в определенных условиях индивидуального развития (фенотип).
- Суммарное проявление этих свойств и качеств в виде возрастных особенностей нервно-психической сферы, физической силы и выносливости, определяющееся сочетанием морфологических и функциональных признаков принято называть физическим развитием человека.
- Однако надо отметить, что не всегда физическое развитие характеризует состояние здоровья.

- **Физическое развитие** — понятие комплексное, поэтому и признаки, характеризующие его, разнообразны.
- В качестве оценки признаков физического развития используют длину тела, окружность грудной клетки.
- Существенное значение при определении физического развития имеют также масса тела, мышечная масса, обхватные поперечные и продольные размеры конечностей и туловища, жизненная емкость легких и другие показатели функции внешнего дыхания, показатели работоспособности и т.д. (у детей — еще вторичные половые признаки и др.).

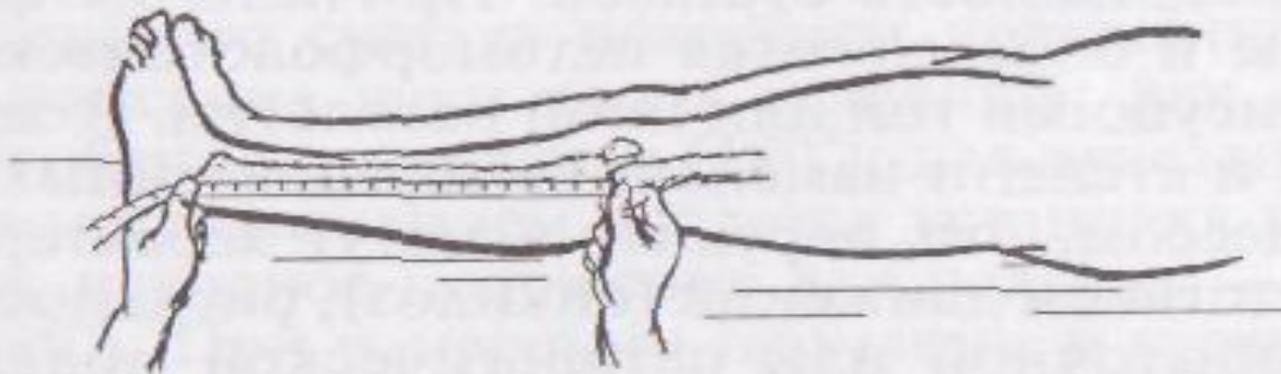
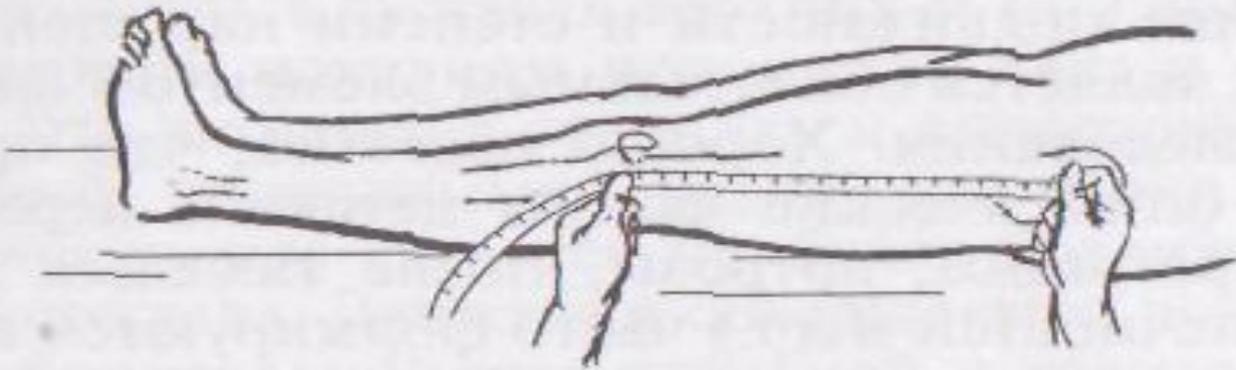
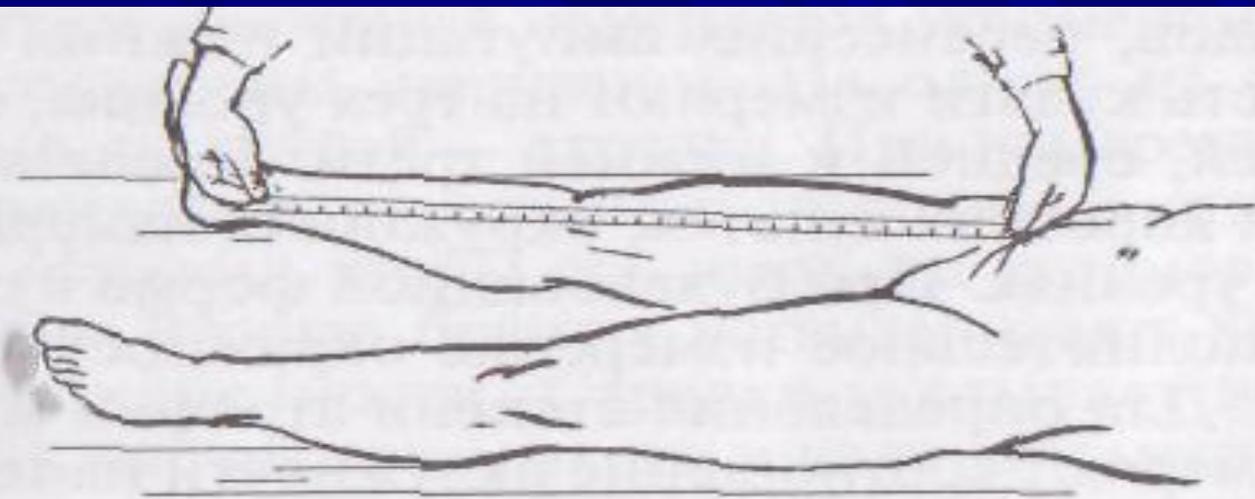
- Многократные исследования физического развития в процессе занятий физической культурой и спортом имеют важное значение для наблюдения за динамикой влияния физических упражнений на формирование морфологических и функциональных признаков



- Длину верхней конечности измеряют расстоянием от акромиального отростка лопатки до конца третьего пальца,
- длину плеча — до локтевого отростка,
- длину предплечья — от локтевого отростка плечевой кости до шиловидного отростка локтевой кости (рис. 1).
- Для измерения анатомической длины культи конечности определяют расстояние от соответствующих костных выступов до конца культи с учетом мягких тканей.



- Длину нижней конечности измеряют в положении лежа, при неизменном условии правильного положения тела.
- Правильное положение достигается на жесткой кушетке лежа — верхние ости таза должны располагаться на линии, перпендикулярной оси тела.
- Придав телу пациента правильное положение, измеряют длину всей конечности и отдельных ее сегментов.
- Длину конечности измеряют сантиметровой лентой от передней верхней ости подвздошной кости до внутренней лодыжки. Длину бедра измеряют от большого вертела до щели коленного сустава, длину голени — от щели коленного сустава до наружной лодыжки



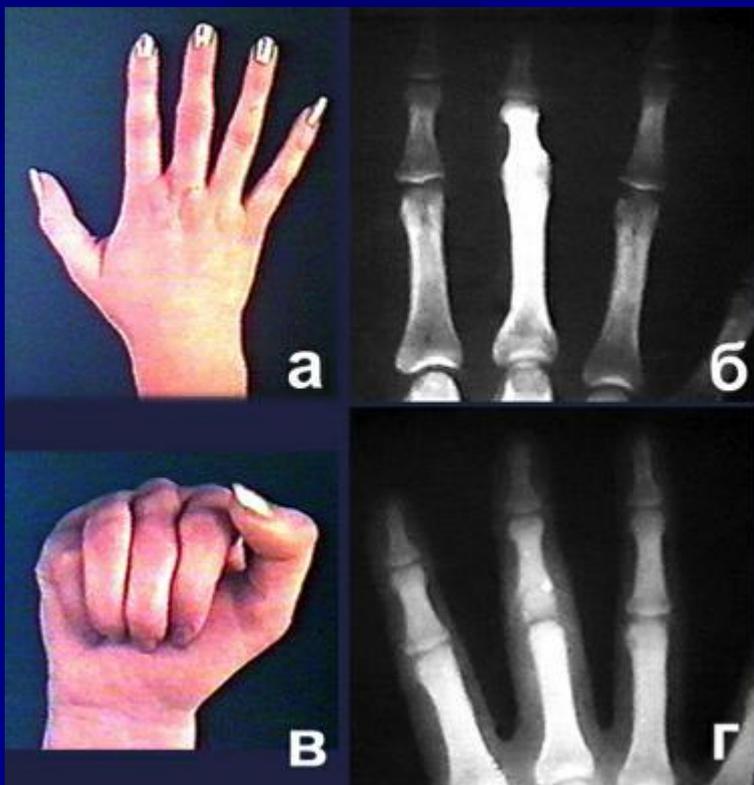
- У инвалидов, перенесших ампутации нижних конечностей, окружность культи измеряют на трех уровнях, обычно па уровне верхней, средней и нижней трети. После ампутации, например при коротких культях, окружность измеряют на одном или двух уровнях. При булавовидной форме культи рекомендуется дополнительное измерение окружности на уровне ее утолщения. Для определения степени атрофии мягких тканей культи измеряют соотношение окружности на тех же уровнях соответствующих сегментов сохраненной конечности.

- Определение подвижности и степени нарушения движений в суставах является обязательным элементом антропометрического исследования. Хорошо известно, что при многих заболеваниях (спастические формы детского церебрального паралича, артрогрипоз, артрозы, после тяжелых травм или ампутации конечностей и др.) часто формируются контрактуры или тугоподвижность суставов.

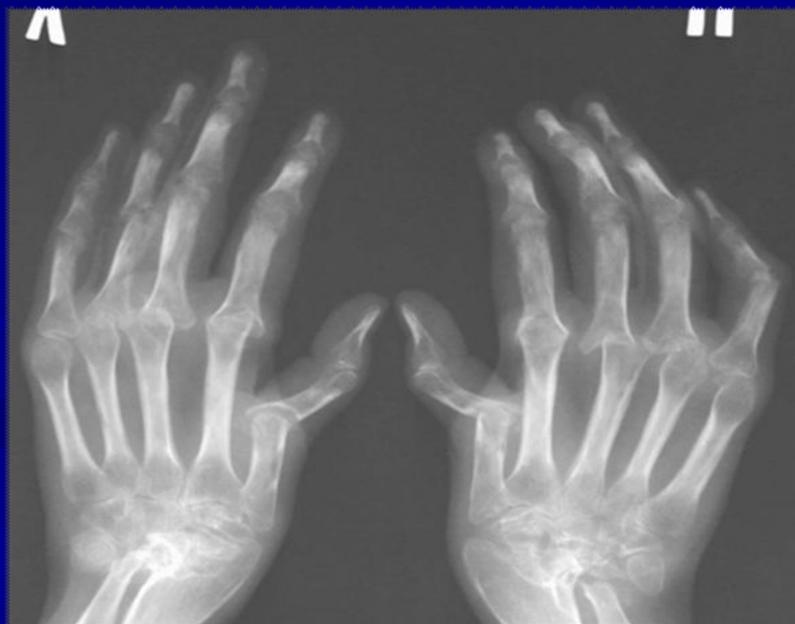
- Причины их формирования различны и определяются патоморфологическими изменениями, присущими той или иной патологии.
- В зависимости от характера и степени изменений, обусловленных патологическим процессом, эти нарушения могут характеризоваться: полным отсутствием движений (анкилоз), ригидностью (болезненное состояние, характеризующееся повышенным тонусом **мышц** и их стабильным сопротивлением при пассивных движениях, с невозможностью полного расслабления (ДЦП)), контрактурой (тугоподвижностью), избыточной или патологической подвижностью.

- Различают **три вида анкилоза**:
- костный, когда имеется полное сращение суставных поверхностей;
- фиброзный, если суставные поверхности прочно удерживаются фиброзными сращениями;
- внесуставной, когда неподвижность в суставе обусловлена окостенением окружающих сустав мягких тканей.
- Контрактура — ограничение движений в суставе. По этиологическому признаку различают несколько видов контрактур: миогенные, неврогенные, десмогенные и др.
- По этому признаку контрактуры можно определять только в начальных стадиях, так как довольно скоро к контрактуре любого происхождения присоединяются различные изменения в суставе или суставной капсуле

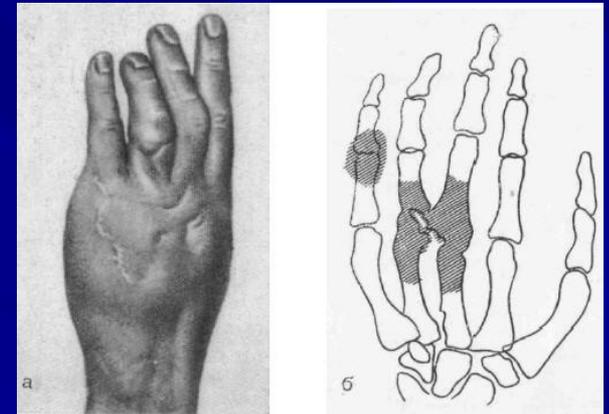
# Анкилоз



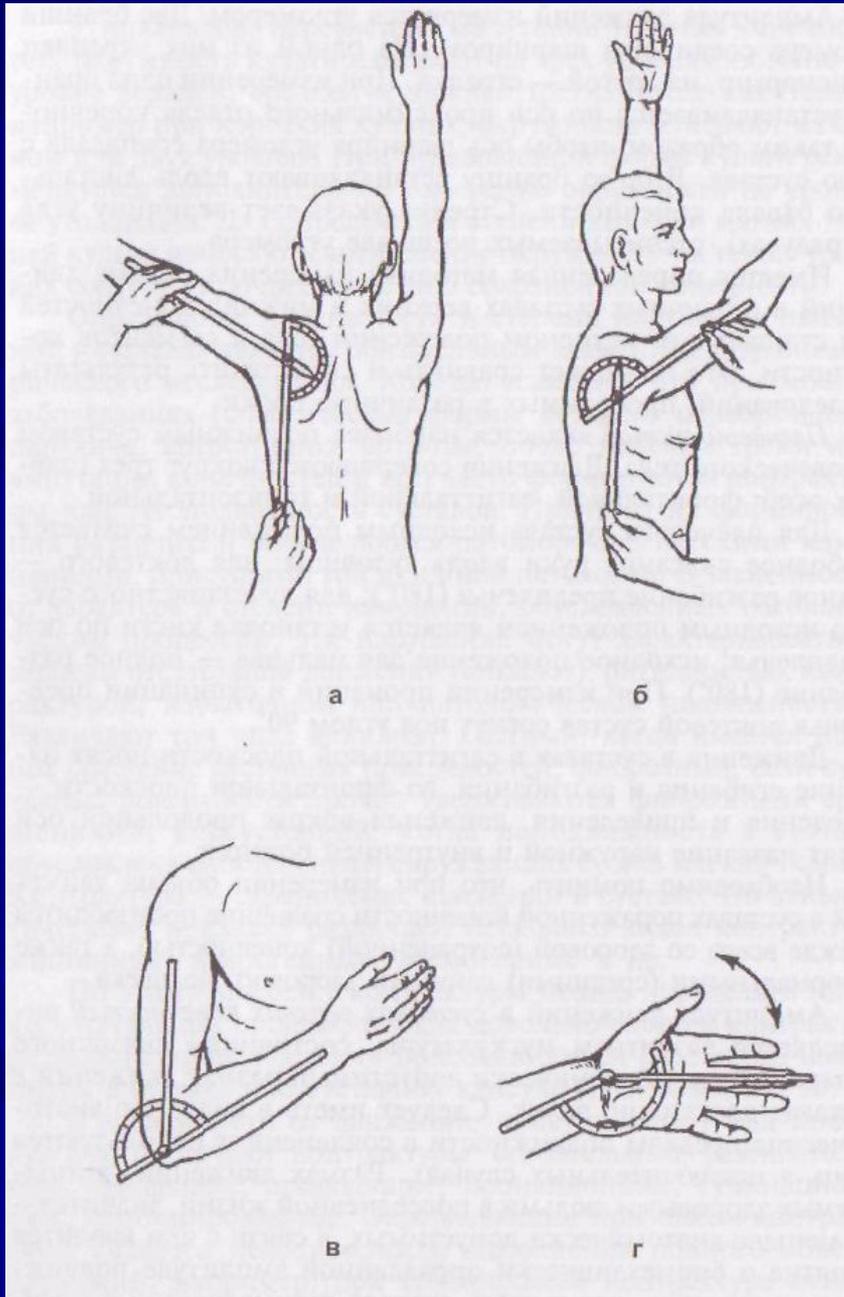
# Анкилоз



# Анкилоз



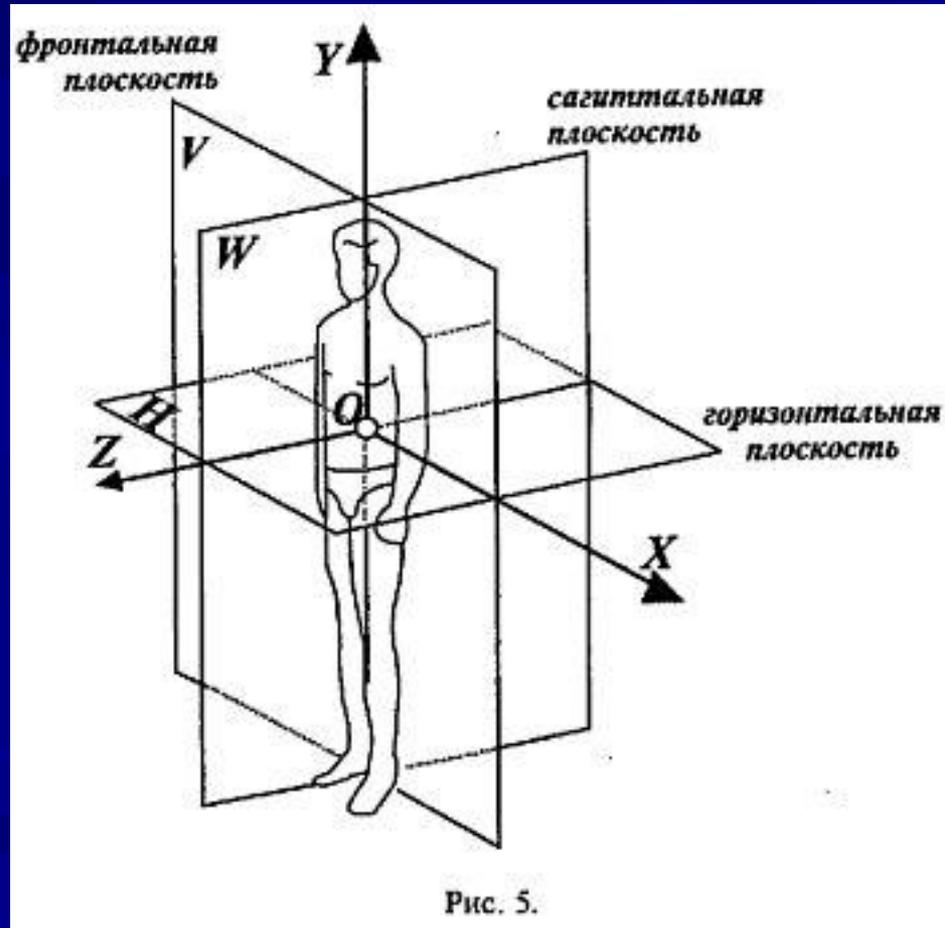
- В зависимости от движений, присущих тому или иному суставу, различают контрактуры: сгибательные, разгибательные, отводящие, приводящие, пронационные (**перелом лодыжки**, может сочетаться с растяжением или разрывом латеральной группы связок), супинационные (отрыв латеральной **лодыжки; перелом медиальной лодыжки**), комбинированные.
- Определяющим признаком контрактуры является невозможность выполнения полного объема движений, например: при сгибательной контрактуре невозможно полное разгибание в суставе при сохранении нормального сгибания; для разгибательной контрактуры, наоборот, характерно ограничение сгибания при сохранении нормального разгибания и т. д.



- Амплитуда движений измеряется угломером.
- Две бранши угломера соединены шарниром. На одной из них укреплен транспортир, на другой — стрелка.
- При измерении одна бранша устанавливается по оси проксимального отдела конечности таким образом, чтобы ось шарнира угломера совпадала с плоскостью сустава.
- Вторую браншу устанавливают вдоль дистального отдела конечности. Стрелка указывает величину угла отсчитываемого по шкале угломера.

- Плечевой сустав является наиболее подвижным суставом человеческого тела. Движения совершаются вокруг трех главных осей: **фронтальной, сагиттальной и горизонтальной.**
- Для плечевого сустава исходным положением считается походное свисание руки вдоль туловища; для локтевого — полное разгибание предплечья ( $180^\circ$ ); для лучезапястного сустава исходным положением является установка кисти по оси предплечья; исходное положение для пальцев — полное распрямление ( $180'$ ).
- Движения в суставах в сагиттальной плоскости носят название сгибания и разгибания, во фронтальной плоскости — отведения и приведения, движения вокруг продольной оси носят название наружной и внутренней ротации.

# Три главные оси



## Оси:

Y-горизонтальная

X-сагитальная

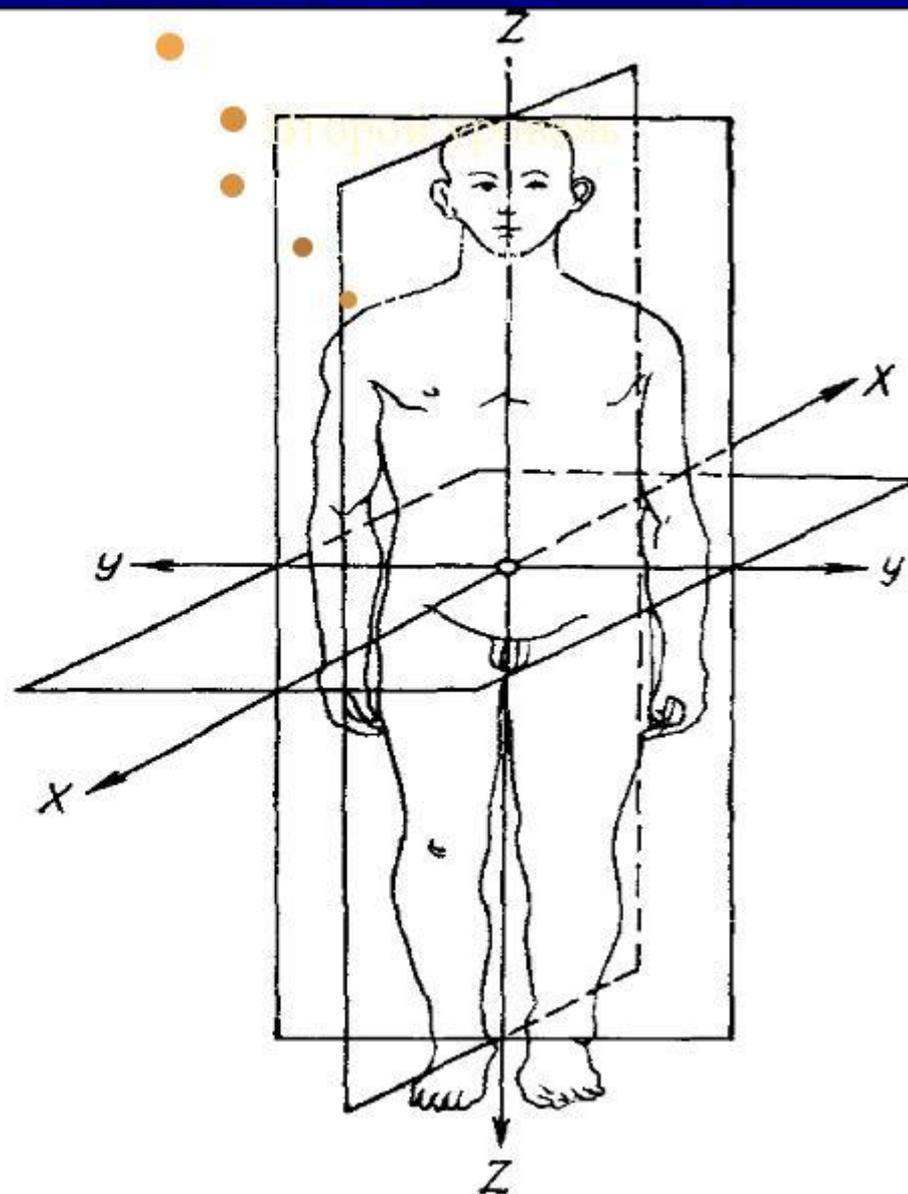
Z-вертикальная

## Плоскости:

ZY-фронтальная

ZX-сагитальная

XY-горизонтальная



- Объем анатомически допустимых движений в плечевом суставе (при фиксированной лопатке) составляет: сгибание-разгибание ~ 130-150°; отведение-приведение 90-100°; ротация – 70-80°.
- В локтевом суставе:  
сгибание-разгибание – 140-150°. В лучелоктевом: пронация-супинация – 140-170°. В лучезапястном: сгибание-разгибание – 150-160° и отведение-приведение -70-90°.

- Величину отведения в плечевом суставе измеряют, устанавливая шарнир угломера на головке плечевой кости сзади, при этом одна бранша устанавливается вертикально, по длине туловища, другая - по оси конечности, при ее отведении.
- Определение угла сгибания и разгибания в плечевом суставе производится при установке угломера в сагиттальной плоскости, при этом одну браншу располагают вертикально, вдоль туловища, другую — по оси конечности.

- В локтевом суставе амплитуда движений измеряется следующим образом: шарнир угломера устанавливается у суставной щели (чуть ниже наружного надмыщелка плеча) одну (браншу устанавливают по оси плеча, другую - по оси предплечья).
- В лучезапястном суставе сгибательно-разгибательные движения измеряются путем установки шарнира угломера на шиловидный отросток, при этом одну браншу располагают на плечевой поверхности вдоль оси предплечья, другую - вдоль второго пальца.

# Измерение амплитуды отведения и приведения кисти

- Измерение амплитуды отведения и приведения кисти осуществляют в положении супинации предплечья. Угломер устанавливают на ладонной поверхности, шарнир — в области лучезапястного сустава, одну браншу располагают вдоль третьего пальца, другую - вдоль предплечья.
- Движения в пястно-фаланговых и межфаланговых суставами измеряются с боковой стороны пальца. Бранши угломера направляют по оси фаланг.

- Необходимо помнить, что при измерении объема движений в суставах пораженной конечности сравнение производится прежде всего со здоровой (сохраненной) конечностью, а также с нормальными (средними) данными здорового человека.
- Амплитуда движений в суставах верхних конечностей определяется развитием мускулатуры, состоянием связочного аппарата и др.

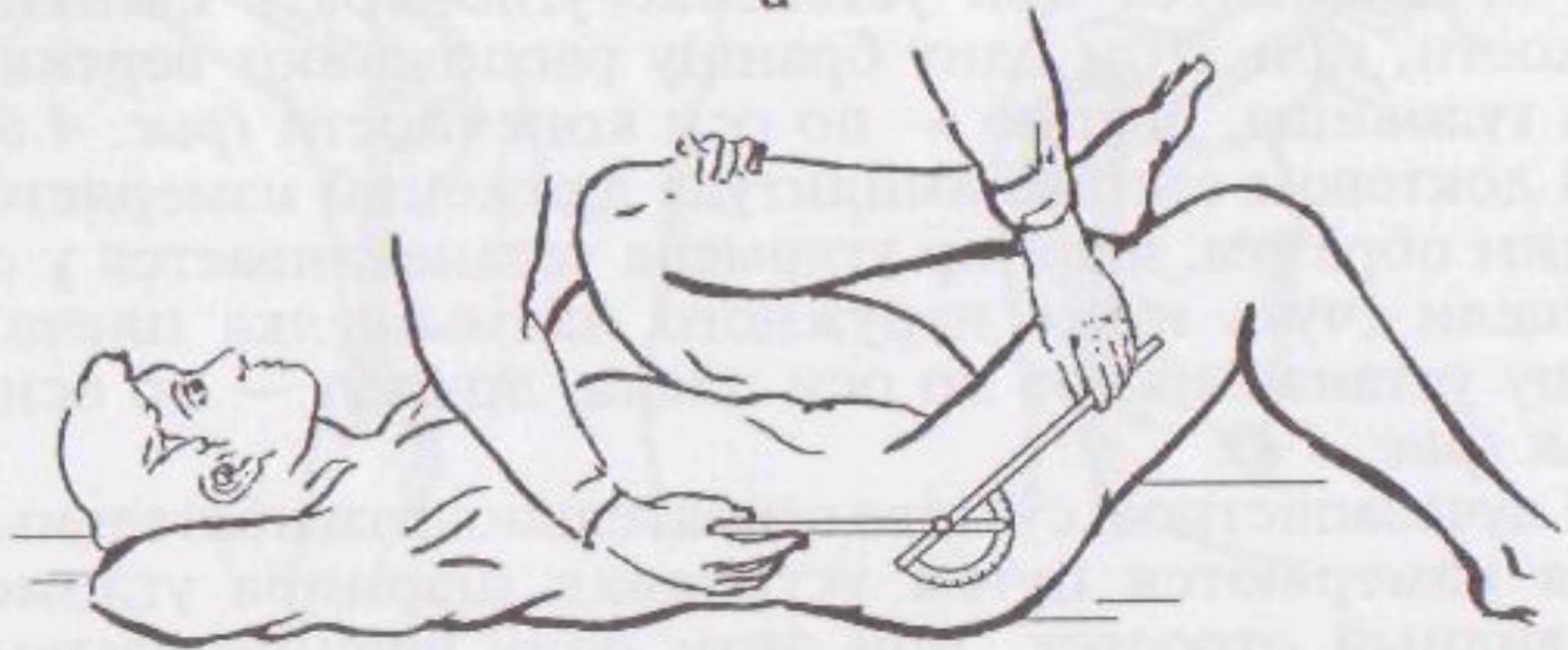
- Анатомически допустимый размах движений в суставах достаточно велик.
- Следует иметь в виду, что анатомические пределы подвижности в сочленениях используются лишь в исключительных случаях.
- Размах движений, выполняемых здоровыми людьми в повседневной жизни, значительно меньше анатомически допустимых, в связи с чем вводится понятие о биомеханически оправданной амплитуде подвижности в суставах, что в свою очередь взаимосвязано с оптимизацией энергетических затрат.

- Анатомически допустимый размах движений в суставах нижних конечностей, так же как и верхних, достаточно велик.
- В тазобедренном суставе амплитуда движений в сагитальной плоскости (сгибание-разгибание) достигает  $165^{\circ}$ , во фронтальной (приведение-отведение) –  $80-90^{\circ}$ , амплитуда ротационных (вращение, перемещение) движений  $-70^{\circ}$ .

- В коленном суставе размах движений в сагиттальной плоскости достигает  $170^\circ$ .
- В голеностопном суставе амплитуда движений в сагиттальной плоскости достигает  $80^\circ$ , во фронтальной — также  $80^\circ$ .
- Исходным положением для суставов нижних конечностей (тазобедренного и коленного) считается такое, при котором сохраняется строго вертикальное или горизонтальное положение тела.
- Для голеностопного сустава исходным считается положение стопы под углом в  $90^\circ$  к оси голени.

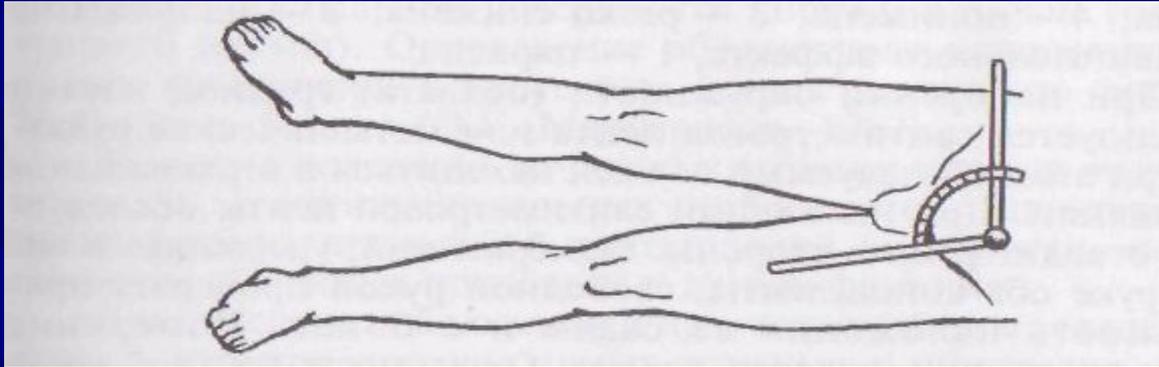


a



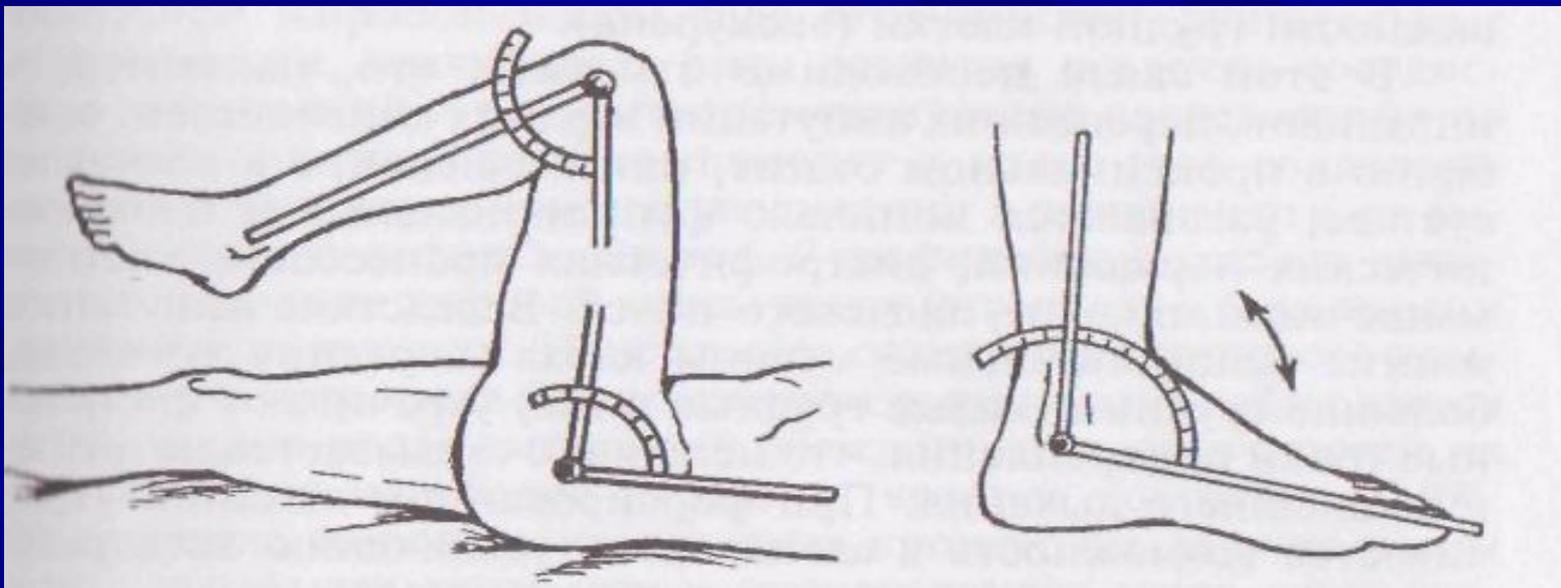
b

- Измерение движений в тазобедренном суставе при сгибании и разгибании производится таким образом, что шарнир угломера располагается на уровне большого вертела, одна бранша идет вдоль оси бедра, другая — по боковой поверхности туловища.
- Если имеется сгибательная контрактура в тазобедренном суставе, остаточный объем движений в нем измеряется только после устранения лордоза, для чего максимально сгибают в тазобедренном суставе сохраненную конечность.
- Исчезновение лордоза контролируют подкладыванием кисти врача под поясничный отдел позвоночника пациента. Разгибание в тазобедренном суставе определяют в положении, лежа на животе.



• Для того чтобы определить приведение и отведение бедра, угломер устанавливают в фронтальной плоскости, при этом одну браншу располагают параллельно линии, соединяющей передне верхние ости подвздошных костей, другую - по передней поверхности бедра (по оси конечности), а шарнир угломера - по середине паховой складки (рис. 6).

- Движения в коленном суставе измеряют, расположив шарнир угломера в области проекции суставной щели на боковой (наружной) поверхности конечности, при этом одна бранша идет вдоль голени, другая - по оси бедра (рис. 7).
- При определении объема движений в голеностопном суставе при сгибании и разгибании угломер устанавливают в сагитальной плоскости по внутренней поверхности стопы.
- Шарнир угломера располагают у внутренней лодыжки, причем одну браншу устанавливают по оси голени, другую - по внутреннему краю стопы.



- Большое значение при заболеваниях и поражении опорно-двигательной системы имеет измерение силы мышц (динамометрия), позволяющая достаточно точно определять силу различных мышечных групп.
- Помимо традиционно применяемых ручных и станковых динамометров, предназначенных для измерения силы мышц кисти, разгибателей спины, могут использоваться различные конструкции динамометрических установок, позволяющих определить силу практически всех мышечных групп верхних и нижних конечностей, грудной клетки, мышц шеи и др. (комплекс «Давид»)

- Исследование мышечной силы может проводиться в соответствии с общепринятым в ортопедической практике приемом, заключающимся в использовании активных движений с сопротивлением, оказываемым рукой врача.
- Силу мышц определяют при противодействии движениям в различных направлениях. Таким образом можно определить силу мышечных групп сгибателей, разгибателей, пронаторов и т.д.
- Обычно силу мышц оценивают по пятибалльной системе: 5 - норма, 4 - понижена, 3 - резко снижена, 2 - напряжение без двигательного эффекта, 1 - паралич.

- При измерении окружности (обхвата) грудной клетки используется сантиметровая лента при этом обследуемый должен находиться в вертикальном положении.
- При наложении сантиметровой ленты обследуемый отводит руки в стороны.
- Измеряющий, удерживая в одной руке оба конца ленты, свободной рукой проверяет правильность наложения ее сзади и с боков.
- Измерение проводится при опущенных руках.
- Окружность грудной клетки измеряется на максимальном вдохе, полном выдохе и во время паузы. Точность измерения - до 1 см.
- Разница между величинами в фазе вдоха и выдоха определяет степень подвижности грудной клетки (экскурсия).

- В этой связи необходимо отметить, что, например, у инвалидов, перенесших ампутации верхних конечностей, особенно в проксимальном отделе, или вычленение в плечевом суставе, развивается комплекс функциональных и биомеханических нарушений, дистрофических процессов в костно-мышечном аппарате плечевого пояса.
- Вследствие ампутации многие вспомогательные мышцы вдоха (передние зубчатые, большие грудные, малые грудные и др.) утрачивают дистальные точки прикрепления, что негативно сказывается на функции внешнего дыхания. При форсированном дыхании утрачивается возможность к адекватному увеличению экскурсий грудной клетки, свойственных здоровым людям.

# Спирометрия, спирография

- Существенным фактором, дополняющим данные антропометрии, является исследование функции внешнего дыхания, в частности измерение жизненной емкости легких (ЖЕЛ) с помощью спирометра.



# Спирометры, спирографы



# Спирографы

- Другие показатели работы дыхательной системы и измерение максимальной вентиляции легких (МИЛ), резервных объемов вдоха и выдоха, объемной скорости движения воздуха и другие производится с помощью спирографов.

# Антропометрия

- При антропометрическом исследовании инвалидов большое значение имеет определение топографии и степени жировых отложений. Наиболее удобным и достаточно надежным является метод непрямого определения жировой массы тела калипером. С его помощью производится измерение толщины кожно-жировых складок по определенной схеме в различных частях тела,

- В частности, измеряются складки на задней поверхности плеча, на передней поверхности плеча, на спине под нижним углом лопатки, на передней поверхности предплечья, на передней поверхности груди, на передней поверхности живота, на бедре, на тыльной поверхности кисти (на уровне головки третьего пальца).
- Определение абсолютного количества жирового компонента в массе тела осуществляется по формулам или с помощью аппаратов.

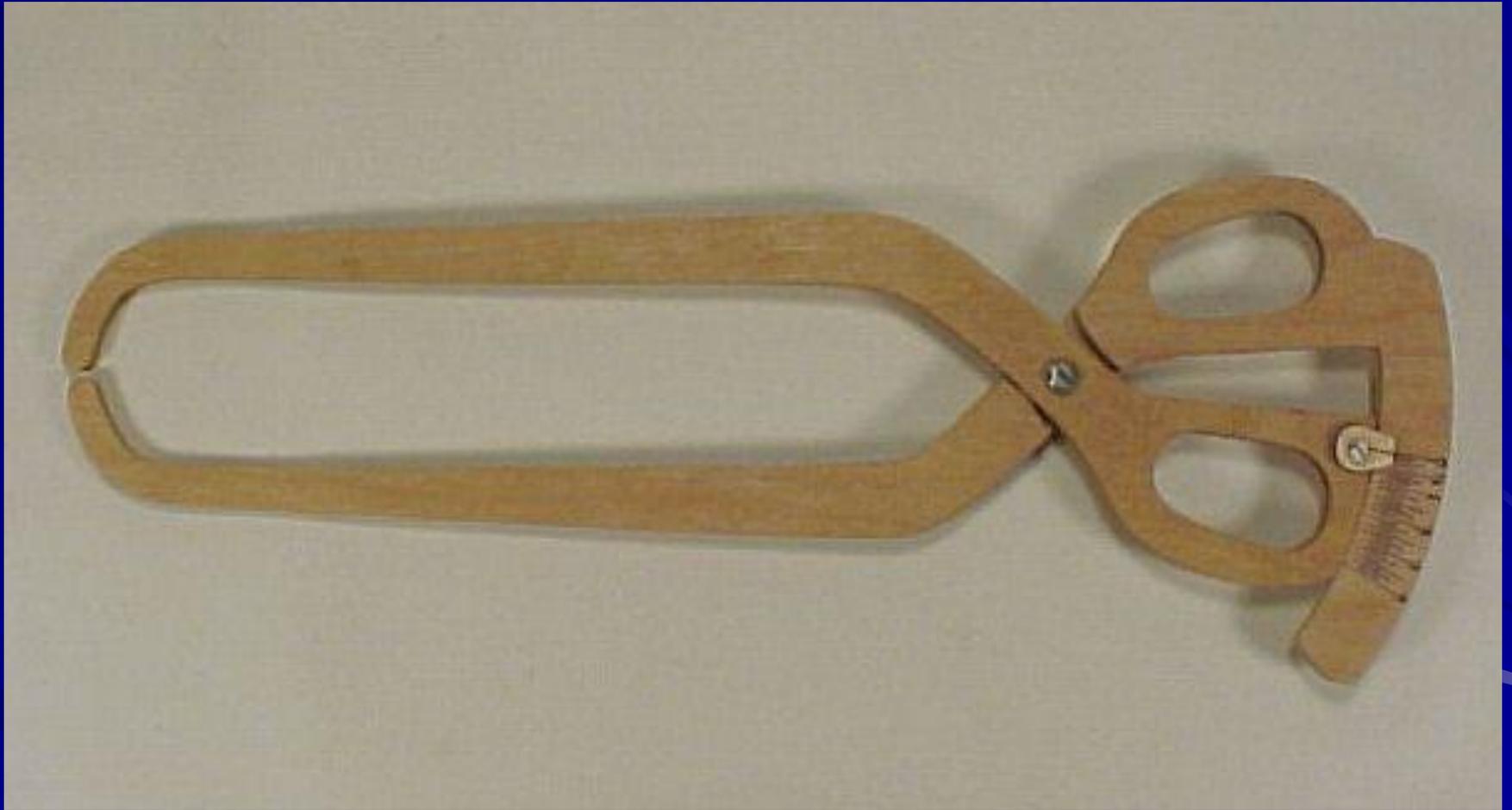
# Калипер



# Калипер



# Калипер



- Клинические наблюдения и практический опыт свидетельствуют, что при прочих равных условиях у инвалидов, перенесших ампутации нижних конечностей, развивается ожирение. Масса тела приближается или достигает значений, которые были до ампутации. Естественно, формирование избыточной жировой массы тела ограничивает двигательные возможности, увеличивает риск развития ССЗ.

- Антропометрические исследования по определению жирового компонента в массе тела свидетельствуют о закономерном его увеличении в зависимости от ампутиационного дефекта.
- Наибольшее содержание жирового компонента в массе тела (в процентном выражении) наблюдается у инвалидов после ампутиаций обеих нижних конечностей на уровне бедер или бедра и голени, которое достигает 25,9%, увеличение жирового компонента происходит за счет массы как подкожного жира, так и висцерального жира, хотя увеличение подкожного жира более выражено.

- Частота выявления ожирения у инвалидов после ампутации нижних конечностей на уровне голени составляет 37,9%, после ампутации на уровне бедра 48,0%, после ампутации обеих нижних конечностей на уровне бедер, бедра и голени - 64,2%.
- Важно отметить, что ожирение развивается у инвалидов молодого возраста, причем, как правило, в течение первого года после перенесенной ампутации.

- Среди этиологических факторов развития избыточной масса тела основное значение имеют резкое ограничение двигательной активности, а также избыточная калорийность питания.
- Применение метода корреляционно-регрессионного анализа позволяет выявить нарастающую специфическую зависимость между редуцированной площадью поверхности тела и жировой массой. После ампутации конечностей, при уменьшении мышечной и костной ткани, на фоне формирования избыточного жирового компонента, общая масса тела в значительной степени определяется жировой тканью.

- Несомненно, данная закономерность имеет существенное значение для объективной антропометрической оценки состояния организма после обширных ампутаций нижних конечностей.
- Таким образом, для характеристики физического развития человека используются различные антропометрические показатели, отражающие уровень физического и функционального состояния.

- Однако нельзя рассматривать отдельные показатели изолированно друг от друга. **Наиболее достоверной является комплексная оценка, при которой различные показатели анализируются в совокупности и в связи с другими признаками.**
- **Оценку физического развития индивидуума обычно проводят путем сравнения его показателей со средними показателями физического развития той возрастно-половой группы, к которой он относится. Для этого применяется или метод Мартина (метод стандартов) или метод оценки по шкале регрессии (метод корреляции). Метод стандартов более прост, но менее точен.**

# Метод индексов

- **Метод индексов.** Он включает различные показатели, многие из которых получили распространение в практике врачебного контроля:
- **весоростовой показатель** (индекс Кетле), представляющий отношение массы тела (кг) к росту (см);
- **ростовесовой показатель:** длина тела (см) минус 100 равно должной массе тела (кг);
- **жизненный показатель:** представляет отношение жизненной емкости легких (мл) к массе тела (г);
- **показатель процентного отношения фактической жизненной емкости легких к должной жизненной емкости легких;**

# Метод индексов

- показатель процентного отношения мышечной силы кисти (кг) к массе тела (кг);
- показатель пропорциональности телосложения, который вычисляется следующим образом: из величины роста вычитается величина роста сидя, а затем из роста сидя вычитается полученная в первом случае разность;
- показатель крепости телосложения (индекс Пинье) выражается разницей между ростом стоя и суммой массы и окружности грудной клетки на выдохе.

- Необходимо отметить, что для оценки физического развития инвалидов с поражением опорно-двигательной системы большинство из перечисленных индексов малопригодны или непригодны вовсе.
- Например, при деформациях нижних конечностей, выраженных контрактурах, после ампутации конечностей, особенно обеих нижних конечностей, трудно определить рост человека.
- При деформациях, вялых и спастических параличах, после ампутации верхних конечностей невозможно определить мышечную силу кисти и рассчитать существующие индексы и т.д. Именно эти обстоятельства исключают возможность применения метода индексов,

# Метод стандартов

- **Метод стандартов.** Для определения физического развития широко используется метод стандартов (средних величин) разработанный на большом числе антропометрических показателей однородных групп населения.
- При этом берутся данные по ростовым группам, учитывая, что ряд признаков: масса тела, окружность грудной клетки, показатели спирометрии и др. - зависят от роста.
- На основе данных ростовых стандартов можно составить антропометрический профиль для индивидуальной оценки физического развития.

# Оценка физического развития

- Оценка физического развития производится в зависимости от степени отклонения основных его признаков, от средних (стандартных) величин.
- Этот метод также не может быть в полной мере использован для оценки физического развития инвалидов с поражением опорно-двигательной системы в силу вышеперечисленных причин.
- Однако принцип метода, основанный на сравнительном анализе отдельных величин, может быть применен для инвалидов, при условии использования объективных данных.

# Метод корреляции

- **Метод корреляции** (по шкале регрессии). Принцип метода основан на сравнении результатов антропометрического исследования, включающего те же данные (возраст, рост, масса тела, окружность грудной клетки в паузе, ЖЕЛ, силу правой кисти, становую силу) с табличными данными оценки физического развития (шкала регрессии по росту).
- Сравнение производится по величинам массы тела, окружности грудной клетки, ЖЕЛ, силовым показателям.
- По результатам сравнительного анализа и проведения расчетов (соотношения разницы фактических величин с табличными и средними квадратичными отклонениями) делается заключение о физическом развитии.

- Таким образом, приведенные данные свидетельствуют, что стандартные подходы к оценке физического развития не могут быть в полной мере использованы для инвалидов.
- Из перечисленных методов может использоваться» в определенных рамках, метод стандартов, в меньшей степени метод корреляции, метод индексов практически неприемлем,
- В любом случае выбор метода и его использование должны проводиться с учетом имеющейся патологии и особенностей поражения опорно-двигательной системы.
- При этом получаемые результаты должны обеспечивать возможность их сравнения при динамических исследованиях, репрезентативность и достоверность.

# Врачебный контроль



**Функциональные  
методы  
исследования,  
используемые при  
проведении  
врачебного  
контроля в АФК**

# Функциональные исследования

- Число функциональных исследований, используемых в настоящее время в клинической и спортивной медицине, чрезвычайно велико и включает весь методический арсенал, которым располагает современная медицина.
- Вполне понятно, что подробно остановиться на описании каждого метода практически невозможно, тем более что методы, применяемые для обследования инвалидов, являются общеизвестными и используются без каких-либо существенных изменений или специальных модификаций и подробно изложены в соответствующей литературе.

- Основное значение в функциональных исследованиях отводится изучению кардиореспираторной системы как основному лимитирующему звену в системе транспорта кислорода при мышечной работе.
- В частности, основным лимитирующим фактором является производительность сердца, поскольку величина сердечного выброса главный детерминатор транспорта кислорода при физической нагрузке.
- Производительность сердца может рассматриваться как некоторый интегральный показатель, характеризующий транспортные возможности кардиореспираторной системы в отношении газов крови.

- Для исследования системы кровообращения используются электрокардиография, фонокардиография, поликардиография, вариационная пульсометрия, эхо кардиография,
- для исследования функции внешнего дыхания — спирография, пневмотахометрия и др.
- Не останавливаясь подробно на описании методов, все же необходимо дать краткую характеристику их принципов и возможностей.

# Электрокардиография (ЭКГ)

- **Электрокардиография (ЭКГ).** Метод исследования электрической активности миокарда позволяет оценить функцию автоматизма, возбудимости и проводимости.
- Электрокардиограмма обычно регистрируется в 12 отведениях: трех стандартных, трех усилениях однополюсных и шести грудных отведениях, а также в трех отведениях по Небу.

- Морфологический анализ ЭКГ дает ценную информацию о характере электрических процессов в миокарде.
- Как известно, морфологический анализ позволяет изучить процессы деполяризации предсердий, а также деполяризации и реполяризации желудочков. Кроме этого имеется возможность проанализировать ритм сердца.

# Фонокардиография (ФКГ)

- **Фонокардиография (ФКГ).** Метод графической регистрации тонов и шумов, возникающих в работающем сердце, позволяет уточнить и дополнить данные аускультации сердца, обеспечивая возможность объективизации звуковой симптоматики, точной диагностики шумов, т.е. определить их форму, амплитуду, частотную характеристику, расщепление и т.д. Как правило, ФКГ применяется в сочетании с другими методами исследования,

# Поликардиография (ПКГ)

- **Поликардиография (ПКГ).** Метод исследования деятельности сердца, включающий синхронную регистрацию ЭКГ, ФКГ и сфигмограммы сонной артерии, позволяет оценить фазовую структуру сердечного цикла.
- **Фазовый анализ сердечного цикла** получил широкое распространение в клинической и спортивной кардиологии.

- Выделены основные фазы сердечного цикла, предложены нормативы их длительности, определены основные фазовые синдромы, встречающиеся в норме у лиц, не занимающихся спортивной деятельностью, тренированных спортсменов, а также при некоторых патологических состояниях.
- Использование при поликардиографическом исследовании сфигмограммы сонной артерии позволяет более точно рассчитать фазы систолы левого желудочка и проводить анализ диастолы.

# Вариационная пульсография (ВПГ)

- **Вариационная пульсография (ВПГ).** Сущность метода, предложенного В.В. Париным и Р.М. Басвским (1967), основывается на волновой структуре ритма сердца и состоит в анализе распределения значений кардиоинтервалов, последовательный ряд которых рассматривается как случайный стационарный процесс.
- Использование этого метода дает возможность оценить вегетативную регуляцию ритма, выявить преобладание симпатического или парасимпатического отдела вегетативной нервной системы.

- **Импедансография (ИГ).** Метод исследования общего и периферического кровообращения основан на регистрации колебаний полного электрического сопротивления тканей, связанных с изменениями их кровенаполнения. Поскольку изменения кровенаполнения происходят постепенно и синхронно с сердечными сокращениями, электрическое сопротивление тканей также изменяется синхронно с сердечной деятельностью. Применение тока малой силы и высокой частоты (так называемый зондирующий ток) позволяет зарегистрировать изменения сопротивления - импеданс тканей. Импеданс, т.е. общее сопротивление, складывается из омического сопротивления жидких сред и емкостного сопротивления кожи.

# Эхокардиография (ЭхоКГ)

- **Эхокардиография (ЭхоКГ).** Метод ультразвуковой диагностики сердца основан на свойстве ультразвука отражаться от границ структур с различной акустической плотностью.
- Отраженный звук воспринимается, усиливается и после преобразования его в электрический сигнал подается на регистратор.

- Благодаря тому, что миокард и кровь в полостях сердца имеют различную акустическую плотность, на эхокардиограмме удастся получить изображение внутренних структур работающего сердца сокращающегося миокарда, створок клапанов и т.д.
- Таким образом, открывается возможность морфометрии сердца и весьма точной оценки показателей центральной гемодинамики.

# Ультразвуковая доплерография (УЗДГ)

- **Ультразвуковая доплерография (УЗДГ).**  
Метод ультразвуковой диагностики, используемый в основном для изучения сосудистого кровотока.
- Метод основан на физическом феномене, открытом австрийским физиком И.Х. Доплером в 1843 г., сущность которого заключается в том, что частота ультразвука, посылаемого специальным датчиком, изменяется пропорционально линейной скорости кровотока, а отраженный ультразвук воспринимается тем же датчиком.

- Этот метод исследования также может использоваться в кардиологической практике для оценки временных и скоростных показателей, характеризующих трансвальвулярные потоки крови, а также состояние миокарда и прежде всего его диастолической функции (Э.В. Земцовский, 1995).

- Практически все перечисленные методы исследования в той или иной мере используются для изучения аппарата кровообращения у инвалидов.
- Выбор методов определяется целью и задачами исследования.
- В большинстве случаев функциональные исследования выполняются в связи с оценкой изменений, развивающихся в организме при той или иной патологии опорно-двигательной системы, в связи с оценкой переносимости нагрузок при передвижении с использованием различных ортопедических изделий, в связи с протезированием инвалидов, перенесших ампутации конечностей и т.д.

- Значительно реже функциональные исследования инвалидов выполняются в связи с решением проблем врачебного контроля, что, несомненно, затрудняет объективный подход к подбору оптимальных двигательных режимов, допустимых нагрузок и т.д.

# Функциональный контроль после ампутации конечностей

- Ампутация одной или обеих нижних конечностей не проходит бесследно для организма.
- Ее следствием является нарушение двигательного стереотипа, функции опоры, ходьбы, самообслуживания, лишение человека трудоспособности.
- Не только обширные по объему ампутации, сопровождающиеся потерей массы тела свыше 20—25%, но и менее значительные, с потерей массы тела в пределах 5—10%, не проходят бесследно, в том числе для аппарата кровообращения.

- Основные причины отклонений видятся в уменьшении массы тела, сосудистого русла и ограничении двигательной активности.
- Функциональные исследования системы кровообращения у инвалидов, не пользующихся протезами нижних конечностей, свидетельствуют о существенной перестройке центральной гемодинамики. В первую очередь это касается объемных величин системного кровотока.

- Степень уменьшения ударного и минутного объемов кровообращения (МОК), объема циркулирующей крови (ОЦК) находится в прямой зависимости от уровня ампутации.
- Снижение объема циркулирующей крови колеблется от 7,0% у инвалидов после ампутации на уровне голени до 19,3% у инвалидов, перенесших ампутации обеих нижних конечностей на уровне бедер или бедра и голени.
- Снижение минутного объема кровообращения носит более выраженный характер, его уменьшение по сравнению со здоровыми людьми аналогичного возраста колеблется от 20,5 до 33,3% соответственно.

- Таким образом, имеется пропорциональное уменьшение ОЦК и МОК, что может рассматриваться как проявление адаптации системы кровообращения к уменьшению сосудистого русла.
- Вместе с этим важно отметить, что индексированные показатели - ударный и сердечный индексы, рассчитанные по отношению к редуцированной площади поверхности тела - остаются в пределах нормы.
- Это свидетельствует о том, что уровень кровоснабжения органов и тканей не претерпевает существенных изменений. Наряду с изменением объемных величин системного кровотока происходит перестройка кардиодинамики.

- Приведенные данные позволяют сделать важный вывод, имеющий непосредственное отношение к задачам врачебного контроля.
- При оценке гемодинамических сдвигов, развивающихся после ампутации конечностей, целесообразно пользоваться не столько абсолютными значениями исследуемых показателей, сколько индексированными (относительными) величинами, рассчитанными по отношению к редуцированной площади поверхности тела или массе тела.
- Такой подход позволит более точно оцепить полученные результаты и избежать ошибок при их оценке.

- Снижаются показатели, характеризующие сократительную способность миокарда, степень изменения которых также находится в прямой зависимости от величины ампутационного дефекта.

- Однако эти величины, рассчитанные по отношению к редуцированной площади поверхности тела, также остаются в пределах нормы.

- У 70% инвалидов выявляется изменение фазовой структуры систолы левого желудочка в виде фазового синдрома гиподинамии.
- Однако при физической нагрузке явления гиподинамии миокарда нивелируются, что отражает регулируемый характер гиподинамии.
- Гиподинамия миокарда может рассматриваться как приспособительная реакция сердца к сниженному венозному возврату и уменьшенному систолическому выбросу.

# Эхокардиография

- При эхокардиографическом исследовании внутренних полостей сердца, в частности левого желудочка, выявляется закономерное уменьшение его конечного систолического объема (КСО) и конечного диастолического объема (КДО).
- Изменение объемов левого желудочка не сопровождается изменением массы миокарда.

- Таким образом, уменьшение сосудистого русла сопровождается гемодинамическими сдвигами и изменением важнейших показателей, характеризующих состояние кровообращения.
- Происходит закономерное уменьшение объемных величин, снижается сократимость миокарда, и кровообращение стабилизируется на новом физиологическом уровне, адекватном энергетическим потребностям организма, что подтверждается нормальными значениями относительных (индексированных) показателей и отсутствием каких-либо признаков недостаточности кровообращения.

- Помимо этого у инвалидов с дефектами обеих нижних конечностей определяется повышение периферического сопротивления, которое, как известно, на 90% определяется проходимостью прекапиллярного русла.
- Вместе с этим отмечается увеличение диастолического артериального давления, что в целом отражает повышение сосудистого тонуса.

- У инвалидов, длительное время пользующихся протезами нижних конечностей, выявляется более интенсивный уровень кровообращения в состоянии покоя. Индексированные показатели значительно превышают (в 1,5—2 раза) нормальные величины, т.е. отмечается «избыточный» объемный кровоток.
- Это объясняется постоянной специфической нагрузкой, связанной с ходьбой.
- Устойчивая гиперциркуляция, очевидно, является следствием повышения тонуса симпатoadреналовой системы.
- Устойчивая адаптация системы кровообращения к специфической нагрузке, связанной с ходьбой на протезах, наблюдается только у лиц молодого и среднего возраста.

- Одним из наиболее изменяющихся показателей сердечнососудистой системы является ударный объем крови, который в зависимости от величины ампутационного дефекта уменьшается на 20—35%
- Значительное уменьшение количества крови, выбрасываемой в аорту во время систолы, должно приводить к артериальной гипотензии вследствие недостаточного наполнения так называемой компрессионной камеры, включающей аорту и крупные магистральные сосуды.
- Однако исследования инвалидов молодого возраста, длительно пользовавшихся протезными изделиями (в среднем 6,5 года), свидетельствуют об отсутствии гипотензии и, наоборот, о повышении диастолического и уменьшении пульсового давления.

- Хорошо известно, что снижение двигательной активности может приводить к нарушениям коагуляционных свойств крови вследствие усиления агрегации эритроцитов.
- Вместе с этим у инвалидов, особенно в период первичного протезирования, выявляется выраженная стрессорная реакция, которая проявляется мобилизацией системного кровотока и гормональными сдвигами.
- Одновременно стресс является мощным стимулятором активации системы свертывания крови.
- Таким образом, имеется несколько одновременно действующих факторов, вызывающих изменения гемореологии.

- После ампутации нижних конечностей возникают нарушения липидного спектра, близкие к классической атерогенной схеме. Наиболее типична гипертриглицеридемия с ростом уровня триглицеридов на 40—50% выше среднепопуляционных данных.

- Другим независимым фактором является снижение холестерина в антиатерогенных липидах высокой плотности; нарушения липидтранспортной системы появляются вне зависимости от возраста и причин ампутации, в том числе и в возрасте моложе 20 лет; структура нарушений липидного обмена после ампутации сосудистого генеза нарушается в наибольшей степени и вполне сравнима с нарушениями при клинически выраженном коронаросклерозе.
- Итак, оценка и коррекция липидного обмена должны являться обязательными составными частями реабилитационных программ для инвалидов после ампутации нижних конечностей.

- В последние годы отмечается увеличение числа ампутаций нижних конечностей, выполняемых вследствие облитерирующих заболеваний сосудов и сахарного диабета.
- Среди всех нетравматических ампутаций от 50 до 80% приходится на больных сахарным диабетом, причем только 65% из них выживают спустя три года после ампутации и всего 41% — спустя пять лет.
- При этом имеется тенденция к снижению уровня ампутации нижних конечностей.
- У больных сахарным диабетом значительно уменьшилось количество «высоких» ампутаций (на уровне бедра) и увеличился процент «низких» ампутаций и функциональных резекций стопы

- Хорошо известно положительное влияние физических упражнений на функциональное состояние организма и восстановление нарушенных функций.
- При инсулинзависимом сахарном диабете выполнение физических упражнений способствует ускорению поглощения инсулина из подкожного депо и усвоению глюкозы работающими мышцами, повышается чувствительность к инсулину инсулиновых рецепторов моноцитов.

- Однако реакция на физическую нагрузку не всегда бывает однозначной и определяется тяжестью заболевания и степенью его компенсации.
- В состоянии компенсации физические упражнения, выполняемые длительно и медленно, как правило, способствуют снижению уровня сахара в крови.
- При декомпенсации, наоборот, может отмечаться повышение кетогенеза и уровня неэстерифицированных жирных кислот .

- Специфические задачи врачебного контроля сводятся в основном к следующим: регулярное исследование уровня сахара в крови и других биохимических показателей, выполняемых как в состоянии покоя, так и в связи с физическими нагрузками;
- оптимизация двигательной активности на основе применения средств ЛФК, протезирования и других средств кинезотерапии;

- выполнение функциональных проб и функциональных исследований, в том числе регулярный контроль ЧСС, артериального давления, суточного колебания гликемии;
- оптимизация образа жизни, включая рациональный режим питания, прием сахарпонижающих препаратов, постепенное повышение физической активности и т.д.



Удиви всех

Пойди работать по специальности

- Мы сегодня коснулись общих проблем проведения функциональных проб и оценки физического развития инвалидов. Особенности проведения проб при различной патологии рассмотрим в следующих лекциях.

Благодарю за  
внимание!