

# Биомеханика

# **Биомеханика** —

**раздел биофизики, в котором изучаются механические свойства тканей, органов и систем живого организма и механические явления, сопровождающие**

С механической точки зрения, **двигательный аппарат** совмещает в себе рабочую машину и машину-двигатель.

Двигателями являются **скелетные мышцы**, в которых потенциальная химическая энергия сложных органических веществ превращается под влиянием нервных импульсов в энергию **упругого напряжения мышц**.

**Тяга напряженных мышц** действует на кости скелета, а через них и на конечности, туловище и голову, **являясь энергетическим источником для выполнения этими частями тела**

# **Биомеханика** как

наука изучает активные движения животных и человека с точки зрения законов механики, исходя из анатомо-физиологических особенностей животного организма.

**Биомеханика** является ветвью биофизики — системы научных дисциплин, изучающих

**Цель биомеханики —**

**объединить**

**механические и**

**биологические знания о**

**движениях человека с**

**тем, чтобы установить**

**основные**

**закономерности их**

**Задача биомеханики** состоит в том, чтобы **дать описание движения**, выявить действующие при движениях силы, их природу, условия их действия и их эффективность.

Выявление действующих сил **позволяет определить условия и особенности работы мышц**, степень использования силы тяжести и других внешних сил и **найти наиболее рациональную**

## **Задачи биомеханики хореографических упражнений можно подтвердить следующим.**

- **1. Понимание техники движения позволяет правильно оценивать, судить о величине и характере работы мышц, помогает определять влияние каждого упражнения на организм, уточнять частные задачи и выбирать разумные средства для решения конкретных задач хореографической постановки.**
- **2. Анализ техники является необходимой предпосылкой для научного обоснования и рационализации методики обучения танцевальной технике. Необходимо уметь выделять наиболее важную часть упражнения, овладение которой должно быть первоочередной задачей.**

- **3. Знание биомеханики танцевальных упражнений необходимо для совершенствования самой техники, и в первую очередь, упражнений для творческой работы в области хореографии. Необходимо усилить научную разработку вопросов теории, методики и техники танца. Научная разработка техники танца должна вестись, главным образом, по линии совершенствования техники упражнений на основе биомеханических исследований.**
- **4. Правильное представление о технике отдельного движения позволяет лучше, глубже понять другие, более сложные стороны этого упражнения (биохимическую, физиологическую, психологическую и др.). Движения являются своеобразным зеркалом, отражающим процессы, происходящие в ЦНС, в частности в коре больших полушарий**



- **5. Знание биомеханики необходимо для совершенствования рабочих поз и танцевальных движений, а также при использовании движений с лечебной целью.**

**Каждое танцевальное упражнение**, даже элементарное, есть сложное явление, содержащее **комплекс всех форм движения материи**, начиная от **простейшей — механической —** и кончая **высшей — мышлением.**

**Анализ двигательных возможностей** человеческого организма — важнейшая задача и **биомеханики хореографических**

Как самостоятельная **учебно-научная дисциплина биомеханика хореографических упражнений** зародилась и оформилась в нашей стране в 30-е годы прошлого столетия, однако, с полным основанием также можно считать ее основоположником проф. **П.Ф. Лесгафта**, который еще в семидесятых годах XIX столетия ввел понятие **«теории телесных**

# ПРИМЕНЕНИЕ ОСНОВНЫХ ПОНЯТИЙ И ЗАКОНОВ МЕХАНИКИ В БИОМЕХАНИКЕ

## Покой и движение.

**Механическое движение -**

**изменение  
с течением  
времени  
положения  
тела**

**относительно  
других тел**



# Понятие движения и покоя

**понятие...**

**относительное.**

**Тело может находиться**

**в состоянии покоя**

**относительно одного тела**

**и**

**одновременно - в состоянии движения**

**относительно другого тела.**

**Покой** можно рассматривать как частный случай движения, когда положение данного тела относительно некоторых других тел является неизменным.

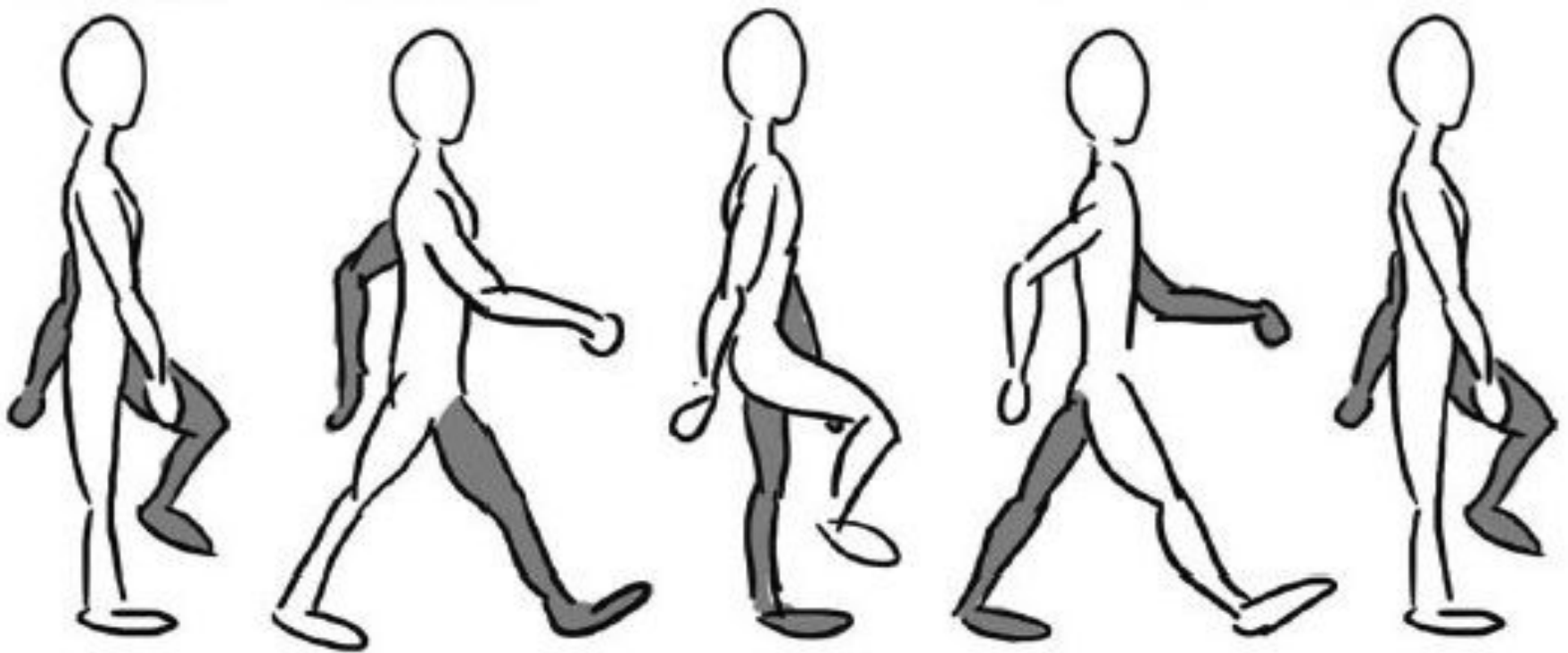


# Кинематика.

- Движения человека, как всякого другого тела, происходят в пространстве и во времени под влиянием различных причин. Приступая к изучению движения тела, можно вначале не задаваться вопросом о тех причинах, которые вызывают это движение.
- Отдел механики, в котором описываются и изучаются движения **без выяснения причин**, их вызывающих, носит название **кинематики**.
- Основными кинематическими мерами

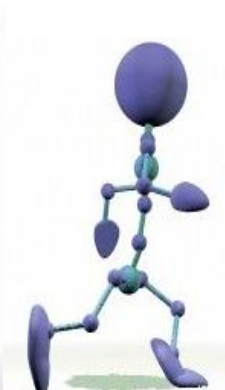
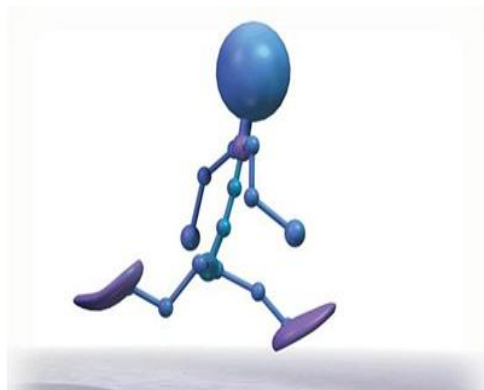
Движение может быть *равномерным*, т. е. совершаться с неизменной скоростью, и *неравномерным*.

## ***Равномерное движение***





**Движение неравномерное**



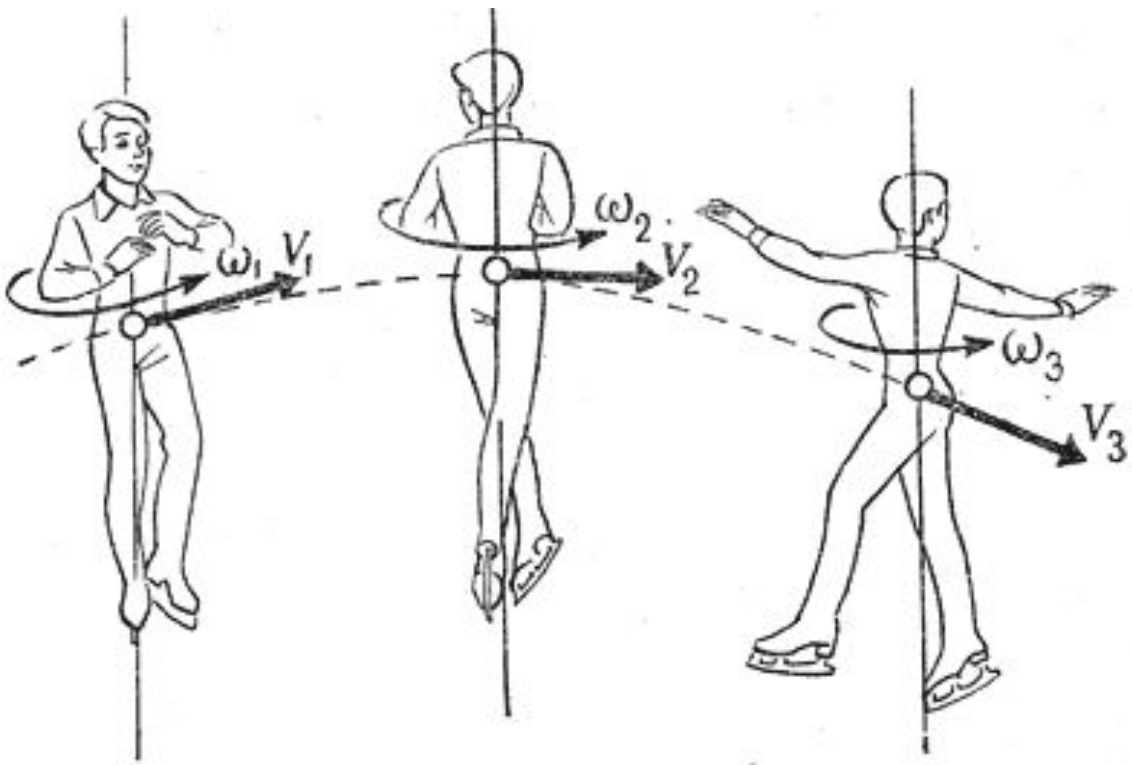
**Движение замедленное**



# Движение криволинейное



# Вращательное движение



**Динамика** — раздел механики, изучающий причины движения. Динамика решает две основные задачи:

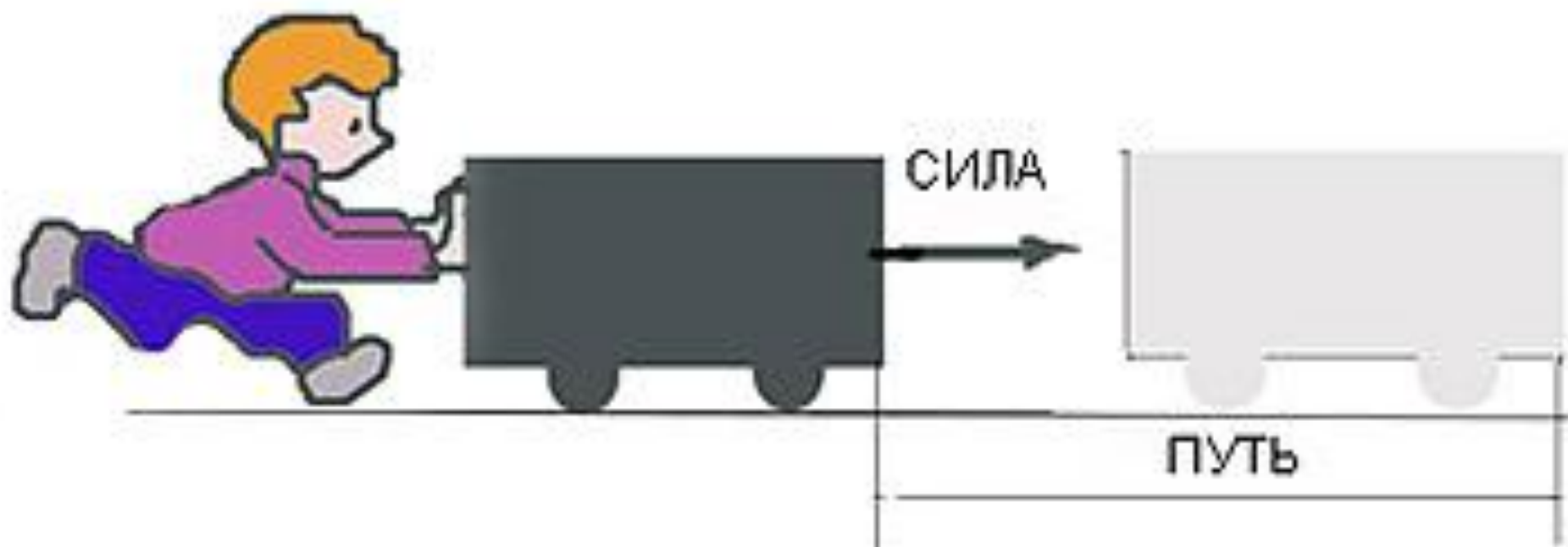
- 1) раскрытие взаимодействия тел по их движению
- 2) определение движения тел по известным их взаимодействиям.

Основной мерой взаимодействия тел, обуславливающего их движение, является **сила**. Понятие о силе было введено в механику из наблюдений за деятельностью человека, из представления о мышечной силе.

**Сила**, с точки зрения механики, есть причина изменения движения по величине скорости или по направлению.

**Сила есть та причина, которая переводит тело из состояния покоя в состояние движения или изменяет направление движения, превращает равномерное движение в ускоренное или замедленное.**

# Сила превращает движение в ускорение



Если на тело одновременно действует несколько сил, то их результирующая (равнодействующая сила) образуется путем геометрического суммирования составляющих.

Сила может быть:

- ***силой движущей***, т.е. увеличивающей скорость данного движения, если движение и сила имеют одинаковое направление;
- ***силой тормозящей***, т. е. уменьшающей скорость данного движения, если движение и сила имеют противоположные направления;
- ***силой «нейтральной»***, т. е. не изменяющей величины скорости в данном направлении, если движение и сила направлены под углом

# Законы механики — законы

## Ньютона

**1-й закон Ньютона (закон инерции)** гласит: **всякое тело продолжает сохранять свое состояние покоя или равномерного и прямолинейного движения, пока приложенные внешние силы не изменят это состояние.** Свойство сохранять покой или постоянную скорость при отсутствии действия внешних сил называется **инерцией.**



# Формулировка второго закона Ньютона



- Ускорение тела прямо пропорционально равнодействующей сил, приложенных к телу, и обратно пропорционально его массе.
- $\vec{a} = \vec{F} / m$

# Третий закон Ньютона



Силы, с которыми два тела взаимодействуют друг с другом, равны по величине и противоположны по направлению:

$$\mathbf{F}_{12} = - \mathbf{F}_{21}$$





Необходимо обратить внимание еще на одно проявление 3-го закона Ньютона, которое получило название реакции опоры. Когда тело давит на опору, то вызывает ее деформацию. При этом возникают противоположно направленные силы, силы упругости, стремящиеся приостановить деформацию.

Когда сила давления и сила реакции опоры становятся равными друг другу, тело перестает «погружаться» в опору.

С механической точки зрения стойка человека (или вис на кольцах и т. п.) является выражением равновесия силы тяжести его тела и силы реакции опоры.

Реакция опоры, оказываемая костями скелета действию силы тяжести и тяге мышц, играет важную роль в работе двигательного аппарата человека



# Сила реакции опоры

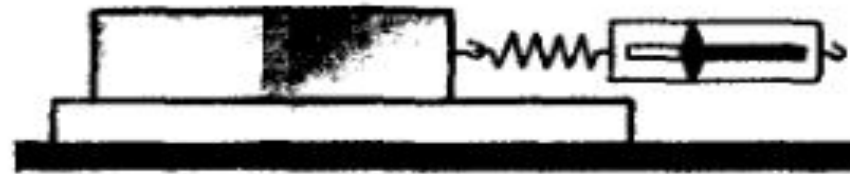
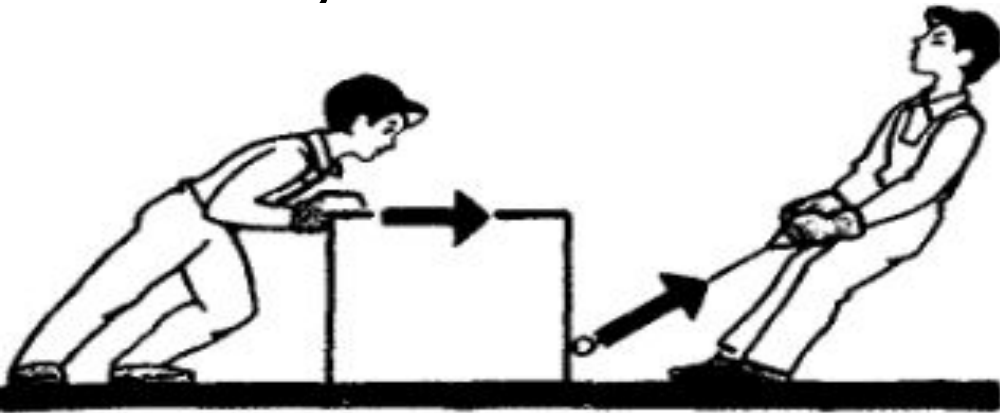
- = сила, действующая на тело со стороны опоры.
- = сила мышц
  - + сила гравитации
  - + сила инерции.
- = вертикальная составляющая (Z)
  - + продольная (передне-задняя) составляющая (Y)
  - + поперечная (медиально-латеральная) составляющая (X)

Силовая платформа  
(в составе биомеханической дорожки)  
для изучения  
силы реакции опоры

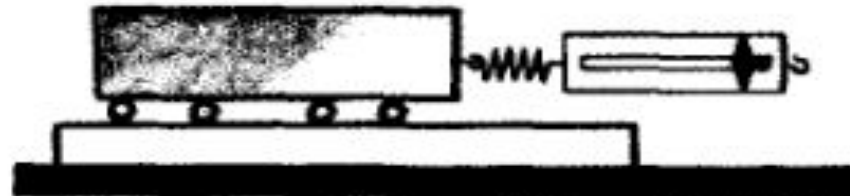
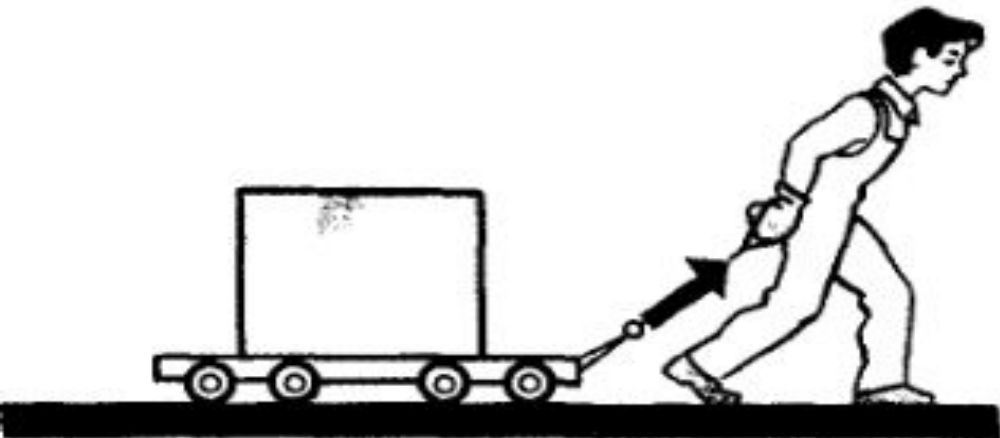


При непосредственном соприкосновении тел, помимо сил упругости, вызванных деформацией, всегда возникают **силы трения**.

Силы трения препятствуют движению трущихся тел одного относительно другого или препятствуют самому возникновению этого движения.



а)



б)

**Силы трения:** а) — препятствуют движению; б) — скольжения

**Движения человека, как и положения, в которых он может находиться, очень разнообразны. Они классифицируются по различным признакам.**

***Простые движения*** — это движения отдельных частей тела в одном суставе, вокруг одной оси вращения.

***Сложные движения*** — это движения целостных кинематических цепей (верхних конечностей или нижних конечностей), происходящие одновременно в нескольких суставах, вокруг нескольких осей вращения, или движения всего тела.

***Симметричные движения*** — это движения, при которых правая и левая половины тела выполняют одновременно или разновременно одни и те же действия (ходьба, прыжок). При асимметричных движениях обе половины тела выполняют разные действия (метания, толкания).

***Циклические движения*** — это движения, которые состоят из периодически повторяющихся друг за другом движений в одной и той же последовательности (ходьба, бег, стильное плавание и др.)

***Ациклические движения*** представляют собой один законченный сложный двигательный акт, в котором нет периодически повторяющихся циклов движений.

# **Сила тяжести и общий центр тяжести человека**

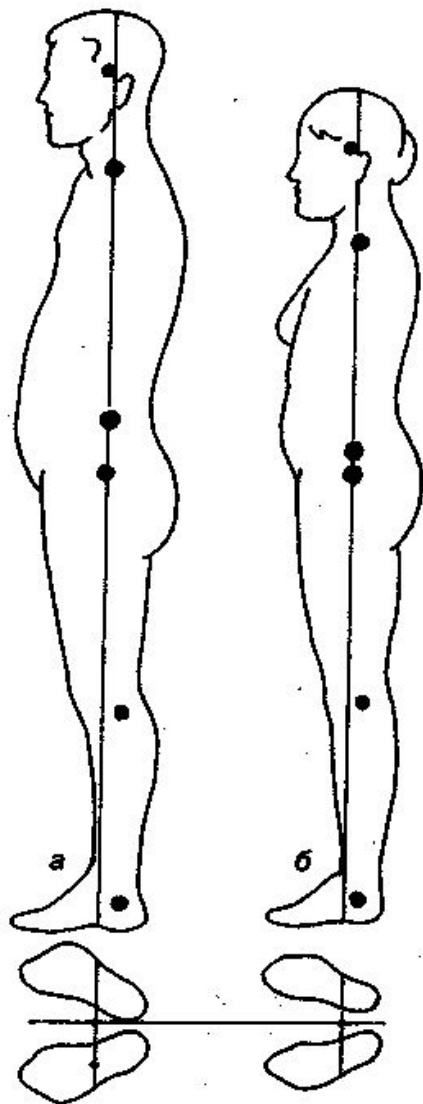
**Сила тяжести** — это вес тела. Направление силы тяжести постоянное — вертикально вниз. Каждая частица тела обладает весом.

Сила тяжести при падении тела вызывает ускорение  $g$ , равное около  $9,8 \text{ м/сек}^2$ .

**Сила тяжести человеческого тела действует в вертикальном направлении, что резко сказалось на форме и строении скелета, его соединениях и мышечной системе. Этот же фактор создал и предрасположение к таким специфическим для человека болезням, как искривление позвоночника, плоскостопие, опущение брюшных внутренностей и т. и.**

**У человека сила тяжести является постоянным раздражителем рецепторного и вестибулярного аппаратов, обеспечивающих координацию движений и сохранение определенной позы. В космосе сила тяжести отсутствует, наступает состояние «невесомости», при котором обычные для человека движения трудно совершать.**

Положение центра тяжести зависит от физических особенностей человека — его осанки, телосложения, половых и возрастных различий

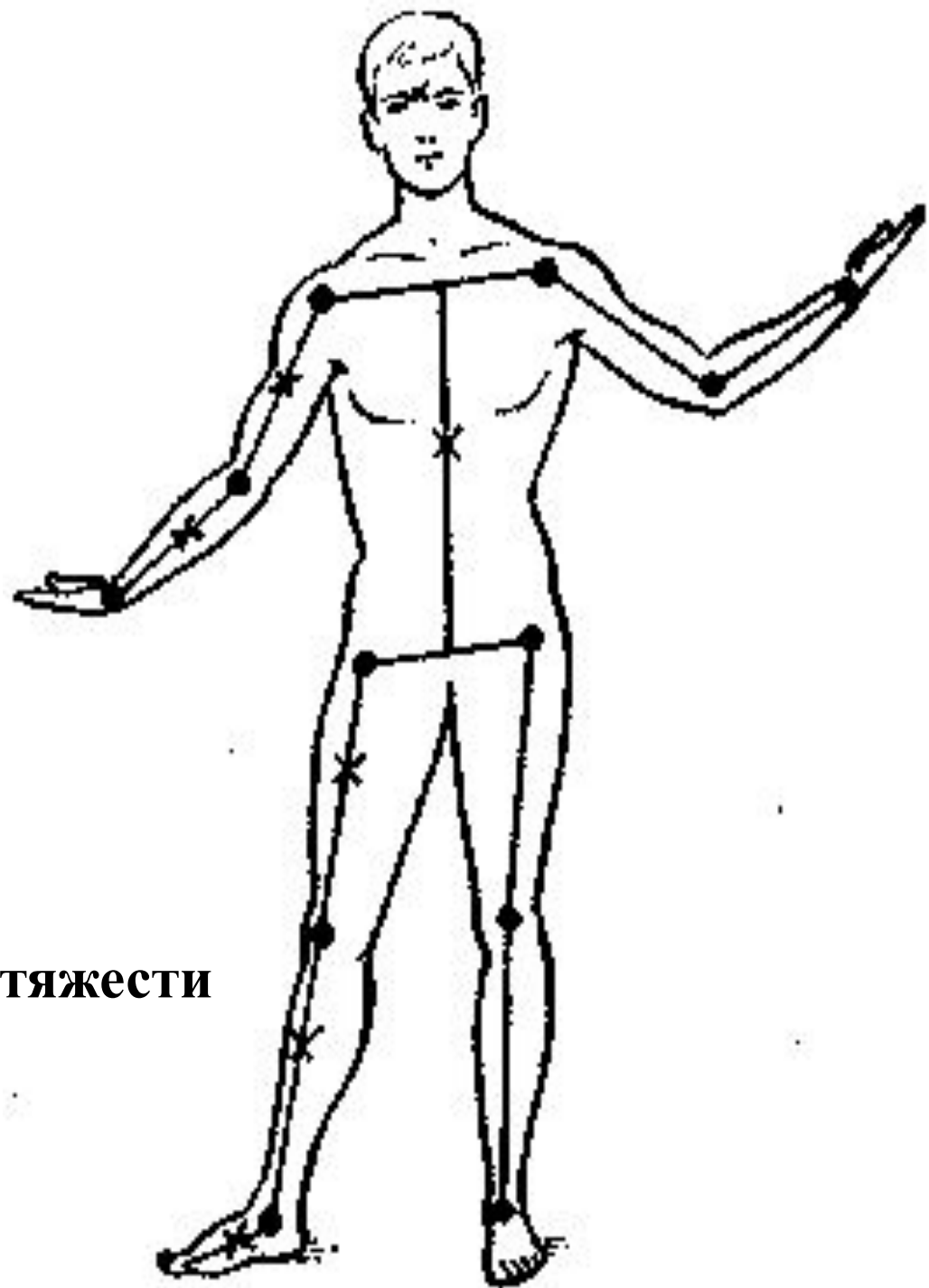


**Положение общего центра тяжести:**

а — у мужчин;

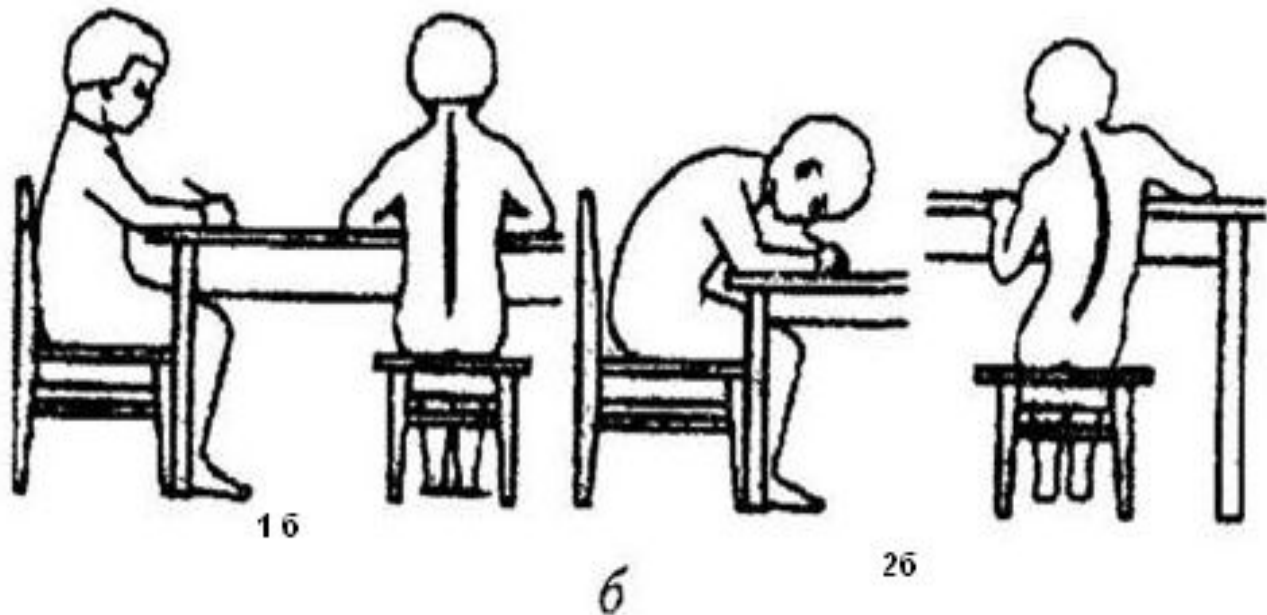
б — у женщин

***Отвесная линия  
центра тяжести***  
проходит через все  
тело



**Расположение центров  
отдельных частей тела**      **тяжести**





**а) Изменение центра тяжести тела и точки опоры при сидении 1 – правильном и 2) – неправильном;**

**1б – правильное сидение; 2б - неправильное сидение за столом**

**Равновесное  
стояние** — сложный  
акт сохранения  
равновесия.

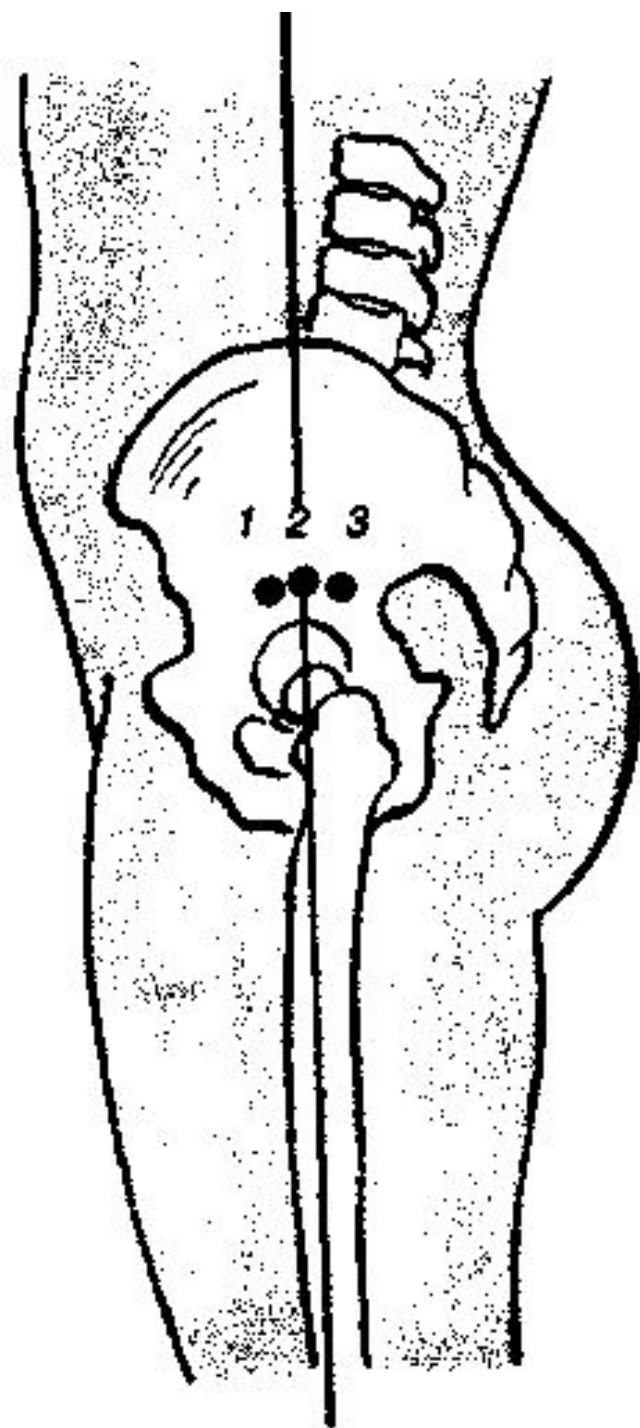
Чтобы тело человека  
сохранило  
равновесие,  
необходимо  
равновесие внешних  
сил, действующих на  
тело.

К ним относятся **сила**

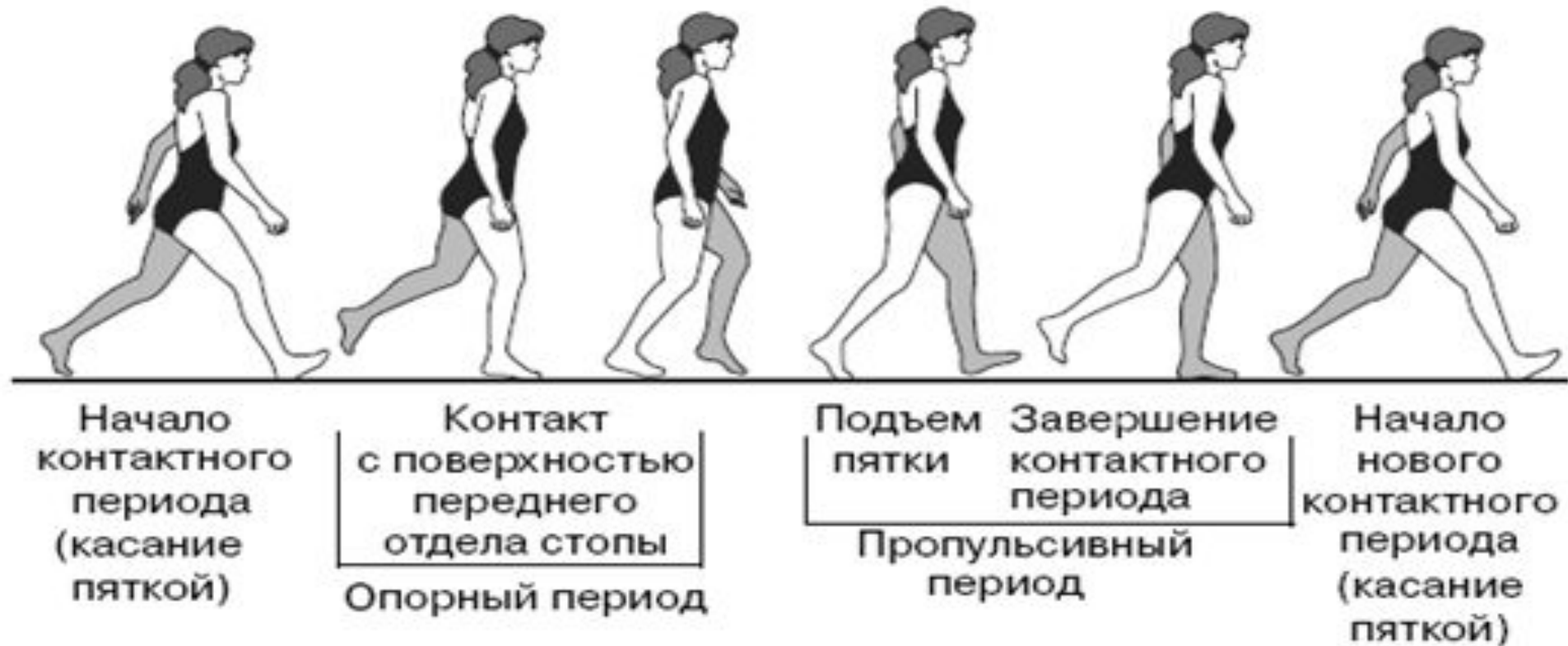


# Расположение общего центра тяжести при различных видах стояния:

- 1 — при напряженном;
- 2 — при антропометрическом;
- 3 — при спокойном



**Ходьба** — это одно из основных состояний тела в динамике. При ходьбе тело не теряет соприкосновения с опорной поверхностью, что отличает ходьбу от других локомоторных движений (например, бега).



**Бег.** Основное отличие бега от ходьбы заключается в отсутствии периода двойной опоры тела на ногу, уже вынесенную вперед, и на «заднюю», еще не оторванную от земли. Более сильное отталкивание тела «задней» ногой замещает момент двойной опоры тела периодом полета его в воздухе.



# **БИОМЕХАНИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ** **ДВИЖЕНИЯ**

**Природа и характер организации силовых взаимодействий разных частей двигательных систем друг с другом и окружающей средой; координационные схемы и принципы построения движений; энергетика двигательных актов все это является**

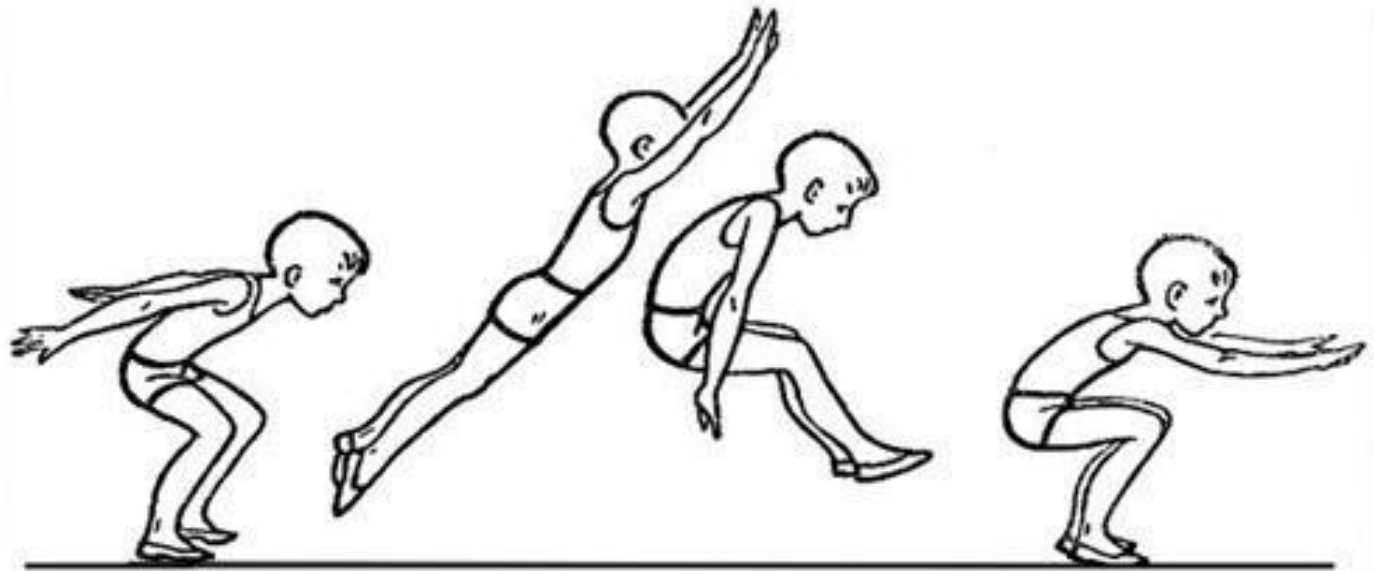
**основными задачами и исследованиями биомеханики движущей**

## Существуют три формы локомоций:

**Водная локомоция**— плавание, осуществляемое за счет гребных движений плавников или конечностей, волнообразных движений тела или с помощью реактивных движений



**Сухопутная локомоция** (ползание, ходьба, бег и прыжки) — осуществляется посредством конечностей





***Воздушная локомоция*** (полет),  
осуществляемая с помощью крыльев.





**Сложные произвольные  
специальные танцевальные  
движения**