

## Лекция № 1

# ПРЕДМЕТ И ИСТОРИЯ РАЗВИТИЯ БИОМЕХАНИКИ



Часть № 2

**ИСТОРИЯ РАЗВИТИЯ  
БИОМЕХАНИКИ**

# План лекции

- 1. Рекомендуемая литература
- 2. История развития биомеханики
- 3. Направления в современной биомеханике
- 4. Связь биомеханики с другими науками

# Рекомендуемая литература

1. Попов Г.И., Самсонова А.В. Биомеханика двигательной деятельности: учебник для студ. учреждений высш. проф. образования. - 3-е изд., стер. - М.: Академия, 2014.- 320 с.
2. Иванова Г.П., Кичайкина Н.Б., Самсонова А.В. Биомеханические методики анализа и оценки техники спортивных движений: учебно-методическое пособие. - СПб.: СПбГУФК им. П.Ф. Лесгафта. - 2007. - 62 с.
3. Самсонова А.В. Биомеханика двигательной деятельности: лекции. [Электронный ресурс] // URL: <https://allasamsonova.ru/ngu-im-p-f-lesgafta/studenty/bio-mehanika-zf/lekicii/>.

# История развития биомеханики

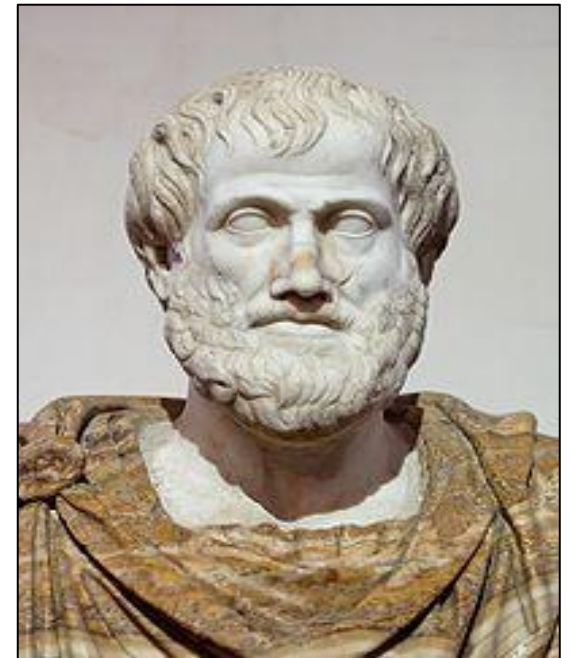
Биомеханика – одна из самых старых ветвей биологии.

Аристотель (384-322 гг. до н.э)

Выдающийся греческий ученый и мыслитель. **Первый биомеханик.**

Написал трактаты «О частях животных» и «**О движении животных**».

Описал разные типы походок, пытаюсь понять, какие силы действуют на человека и животных при ходьбе.



## Клавдий Гален (129-201 гг. н.э.)



Анатом, врач и естествоиспытатель, классик античной медицины.

Личный врач императора Марка Аврелия.

Написал более 400 трактатов по медицине. Среди них – трактат о функциях человеческого тела.

Экспериментально доказал, что движения в суставах производят мышцы, которые напрягаются и сокращаются под влиянием импульсов, получаемых из мозга по нервам.

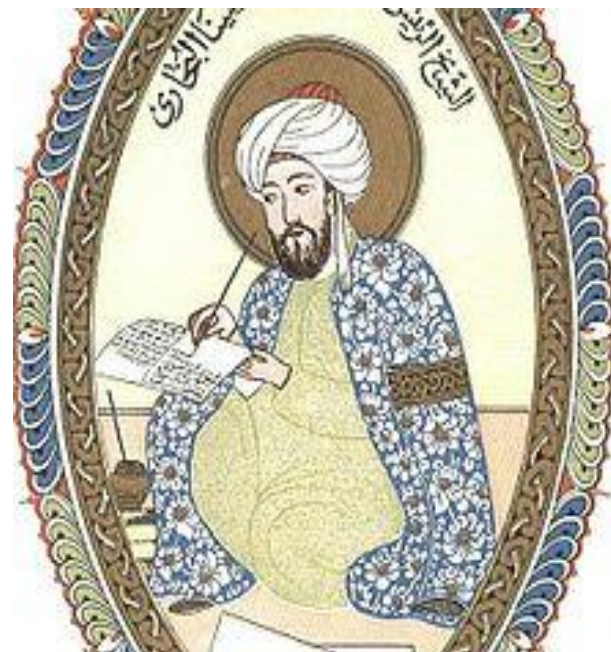
Ввел понятия о мышечном тонусе и об

## Ибн-Сина (Авиценна) (980-1037 гг.)

Таджикский ученый.

Изучал мышцы человека и применял физические упражнения с лечебной целью.

Дал определение и классификацию физических упражнений, указывал на необходимость индивидуального подхода при применении упражнений.



## Леонардо да Винчи (1452-1519 гг.)

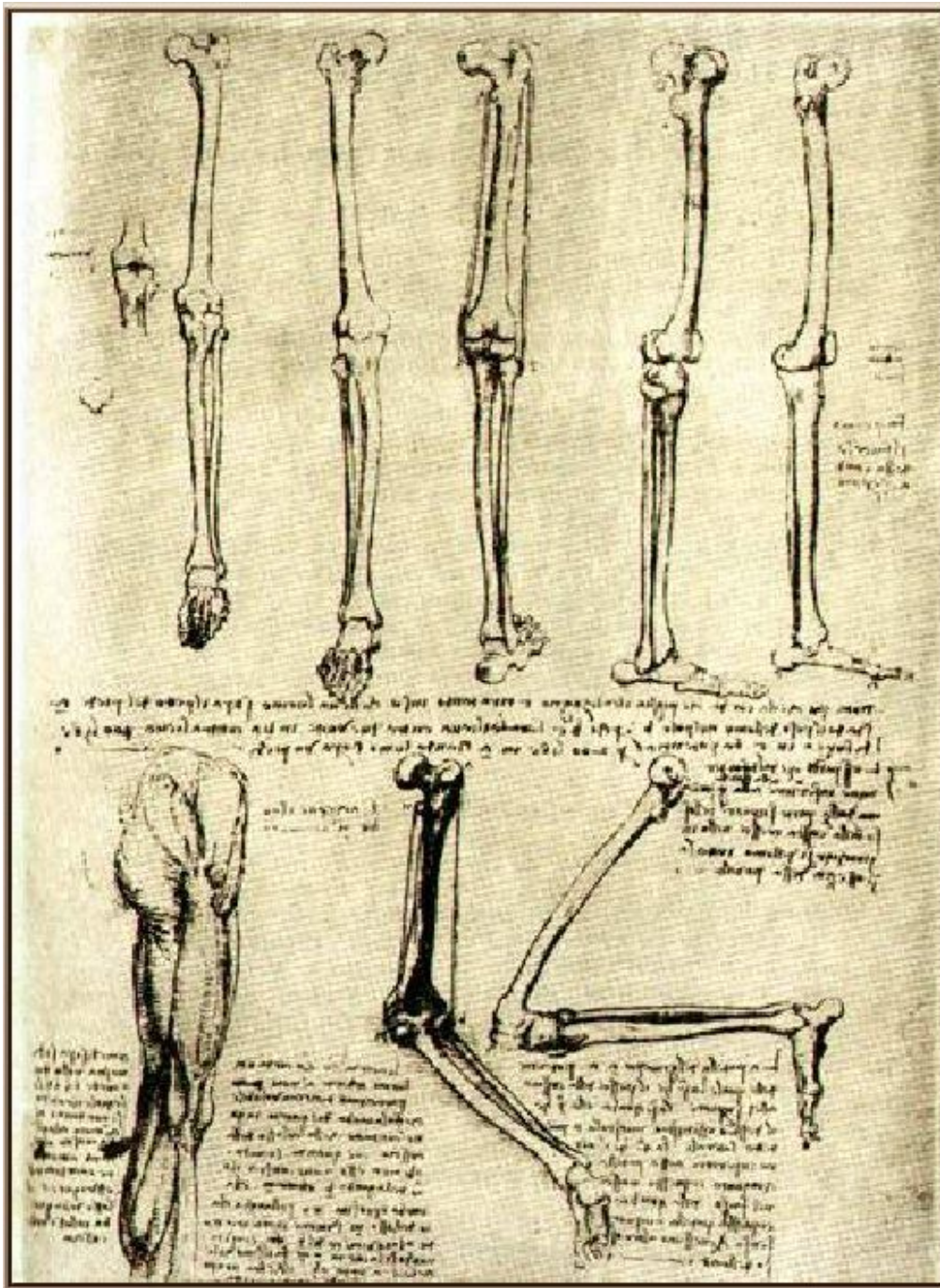
Великий итальянский художник, математик, механик, инженер.

Высказал мысль о необходимости использования достижений механики для исследования движений человека.

Впервые описал функции некоторых костей и нервов, высказал новаторские предположения об антагонизме мышц.







«Наука механика потому столь благородна и полезна более всех прочих наук, что, как оказывается, все живые существа, имеющие способность к движению, действуют по ее законам».

Леонардо да Винчи

Тетради по анатомии

Леонардо да Винчи

# Джованни Альфонсо Борелли (1608-1679 г.)

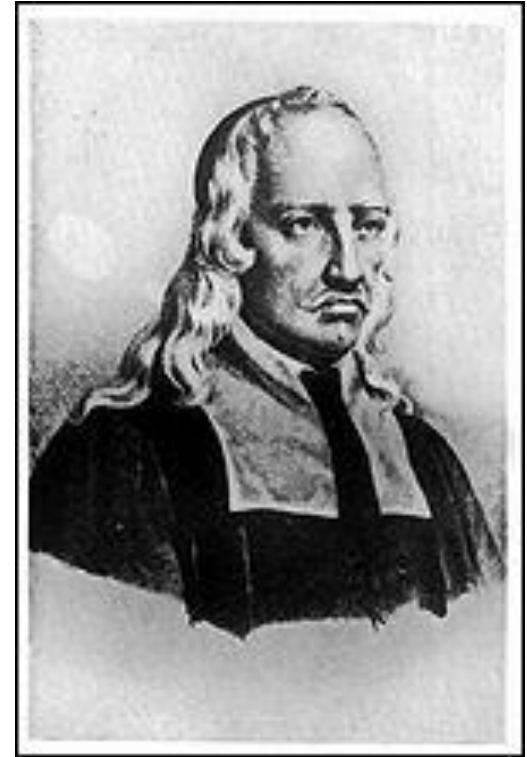
Итальянский врач, математик, физик, астроном.

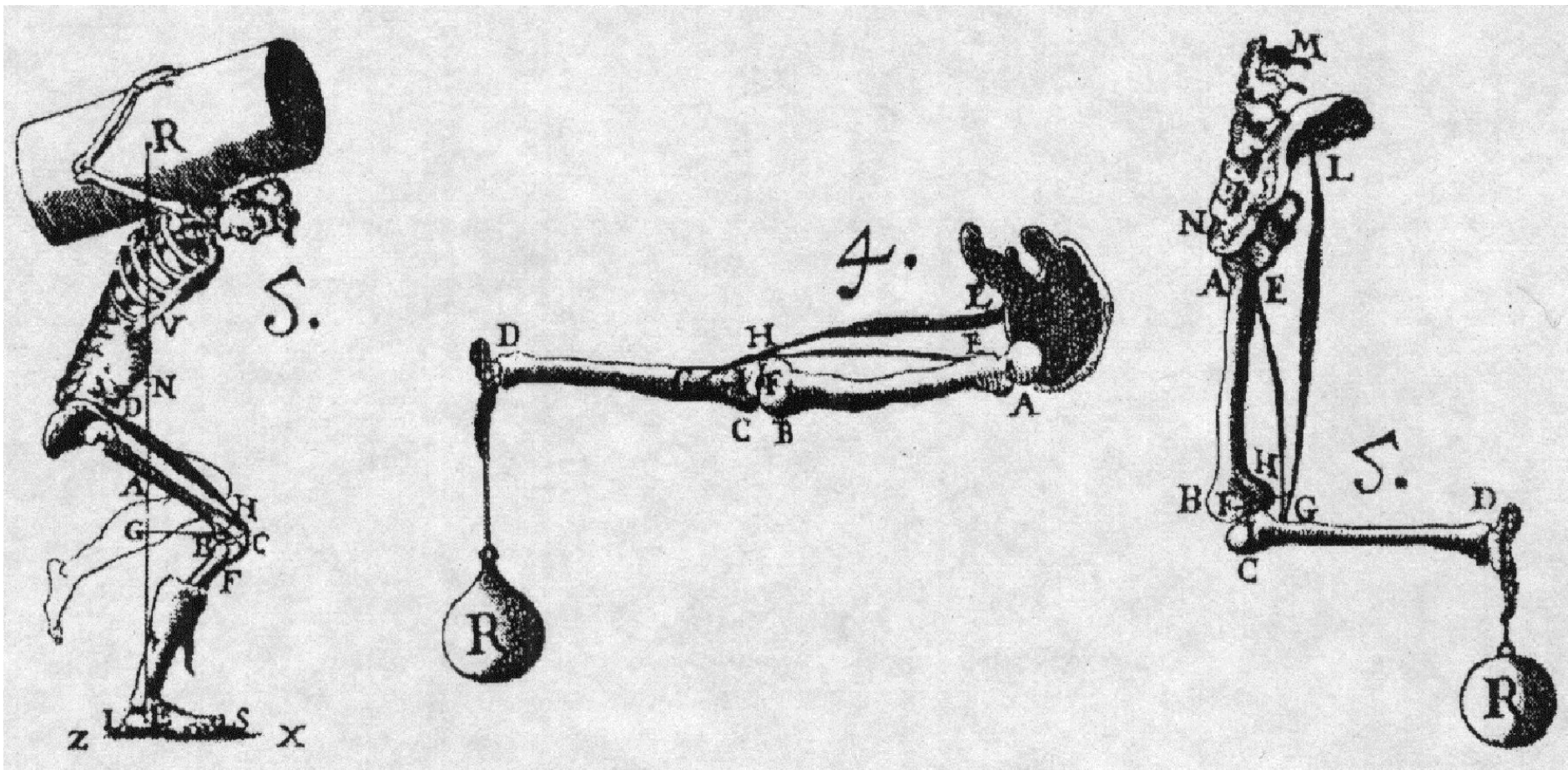
Автор первой книги по биомеханике «**О движении животных**» (Рим, 1680 г.).

Основоположник биомеханики, как науки.

Рассмотрел с точки зрения механики условия равновесия человеческого тела, дал определение общего центра тяжести на основе экспериментальных данных.

Привел первые модели мышц, а также описал движения живых существ: ходьбу, бег, плавание, полет.





Иллюстрации из книги Джованни Борелли «De Motu Animalium»

# Этьен-Жюль Марей (1830-1904 г.)

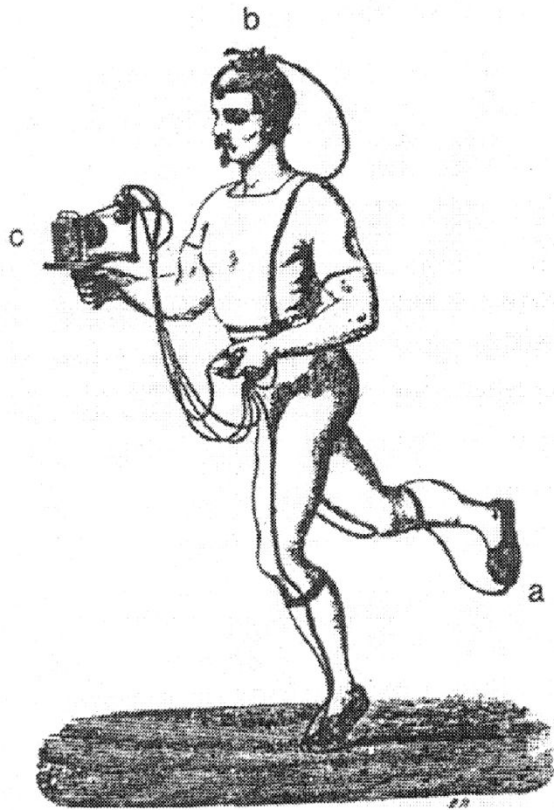
Французский физиолог.

Много сделал для изучения движений человека.

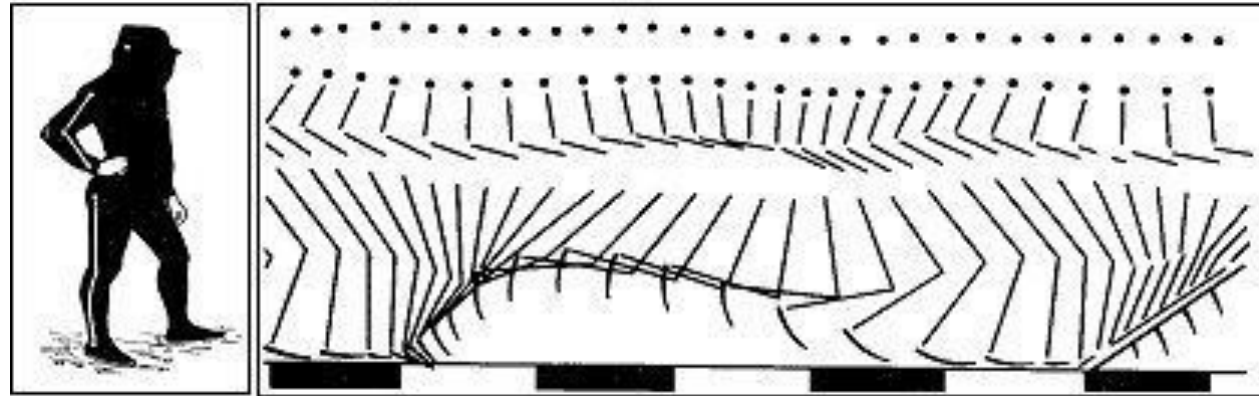
**Разработал метод пневмографии** – записи движений с помощью передачи давления воздуха.

**Изобрел хронофотографию** (фотографирование с многократной экспозицией), используемую для детального изучения быстрых движений различных объектов, главным образом, человека и животных.





Пневмографи  
я по Э.Ж.  
Марею



Испытуемый, подготовленный для  
проведения эксперимента (слева)  
и хронофотография бега по Э.Ж.  
Марею

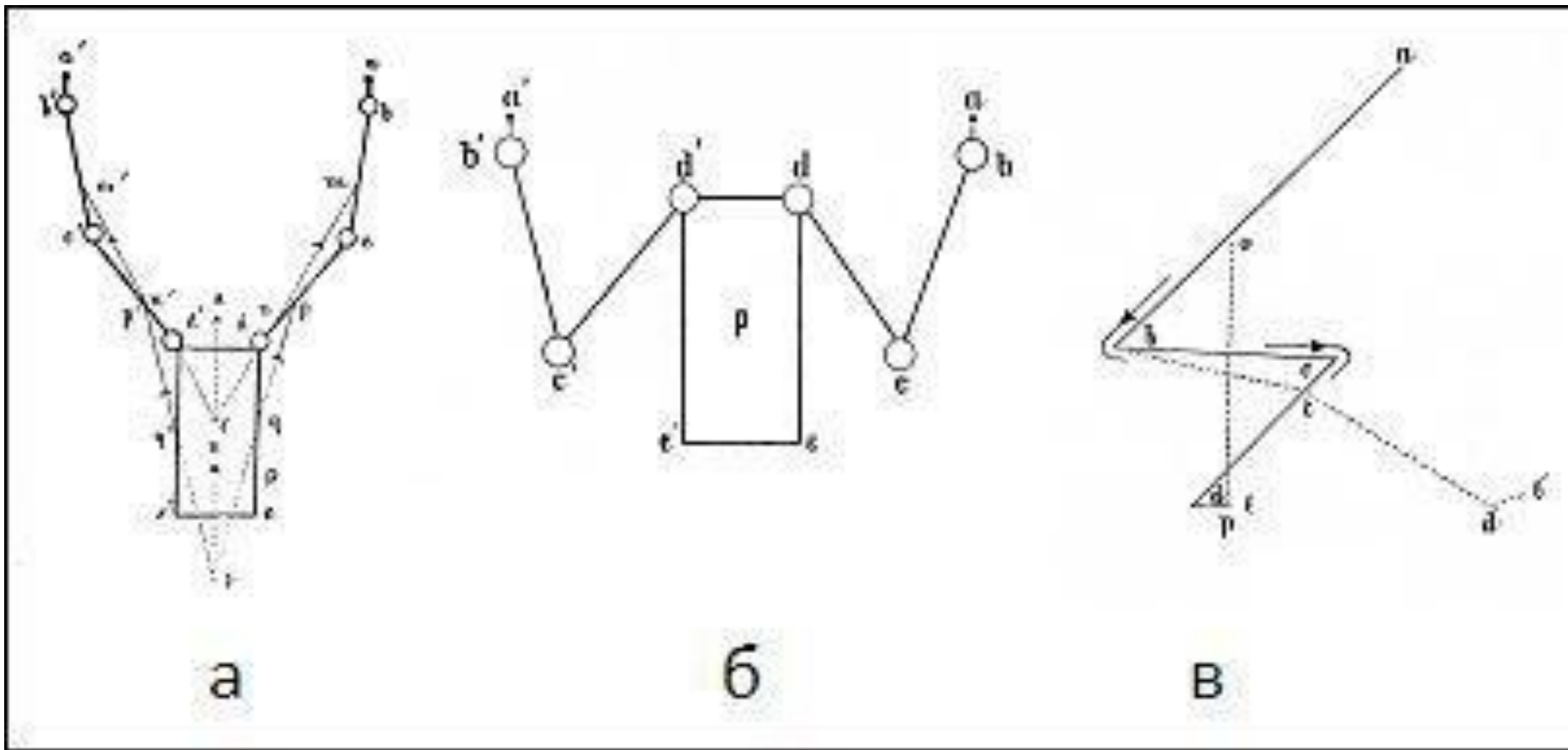
## Иван Михайлович Сеченов (1829-1905 гг.)

Известный русский физиолог,  
основоположник механики  
трудовых движений.

В 1863 году написал книгу  
«Рефлексы головного мозга».

В 1901 году издал книгу «Очерк  
рабочих движений человека», в  
которой рассмотрел работу  
опорно-двигательного аппарата  
как рабочей машины, механику  
мышечного сокращения,  
некоторые физические





Биомеханический анализ выполнения физических упражнений: подтягивания в висе на перекладине а, б и присед на одной ноге «пистолет», И.М. Сеченов, 1901

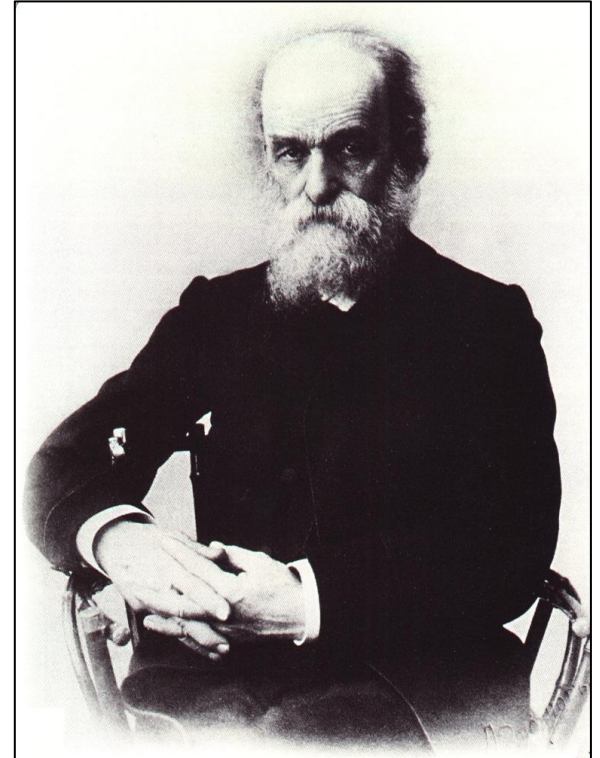
# Петр Францевич Лесгафт (1837-1909 гг.)

Известный русский анатом и педагог.

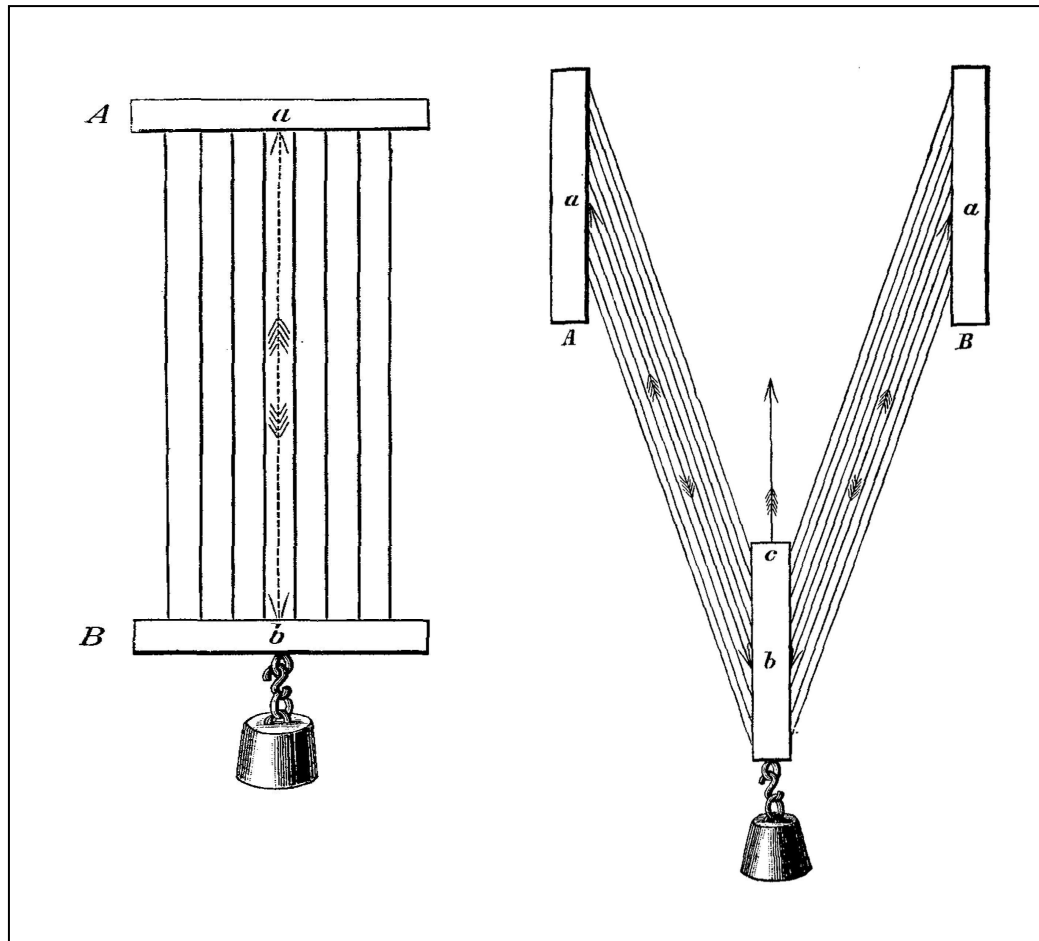
Создал биомеханику физических упражнений, разработанную на основе динамической анатомии.

В своем труде «**Основы теоретической анатомии**» (1905 г.) рассмотрел следующие вопросы:

- механические свойства биологических тканей;
- особенности строения костей в зависимости от действующих на них сил;
- зависимость силы мышц от различных факторов и др.







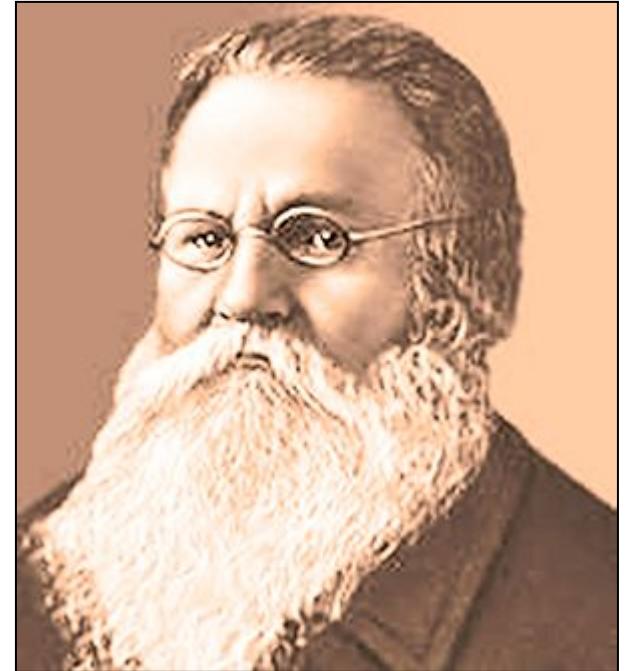
Особенности функционирования перистых мышц, П.Ф. Лесгафт, 1905

# Алексей Алексеевич Ухтомский (1875-1942 гг.)

Известный русский и советский физиолог, академик Академии наук СССР.

Создатель учения о доминанте - устойчивом очаге повышенной возбудимости нервных центров.

Автор книги «Физиология двигательного аппарата» (1927 г.), где рассмотрел зависимость силы мышц от анатомических и физиологических факторов, механические свойства мышц и др.



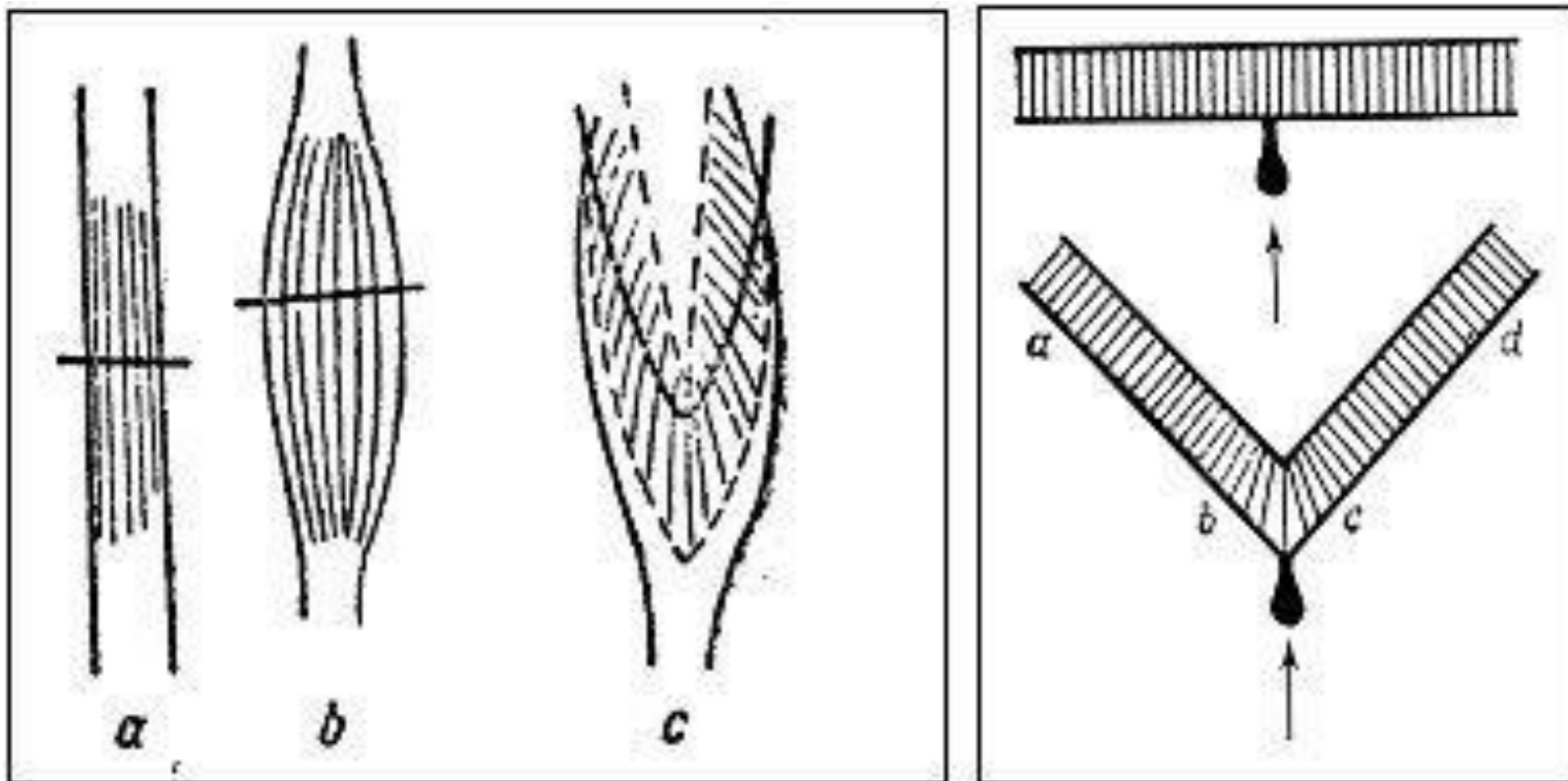


Схема определения анатомического и физиологического поперечников мышц (слева) и работы мышцы с прямым и косым ходом мышечных волокон, А.А. Ухтомский, 1927

# Николай Александрович Бернштейн (1896-1966 гг.)

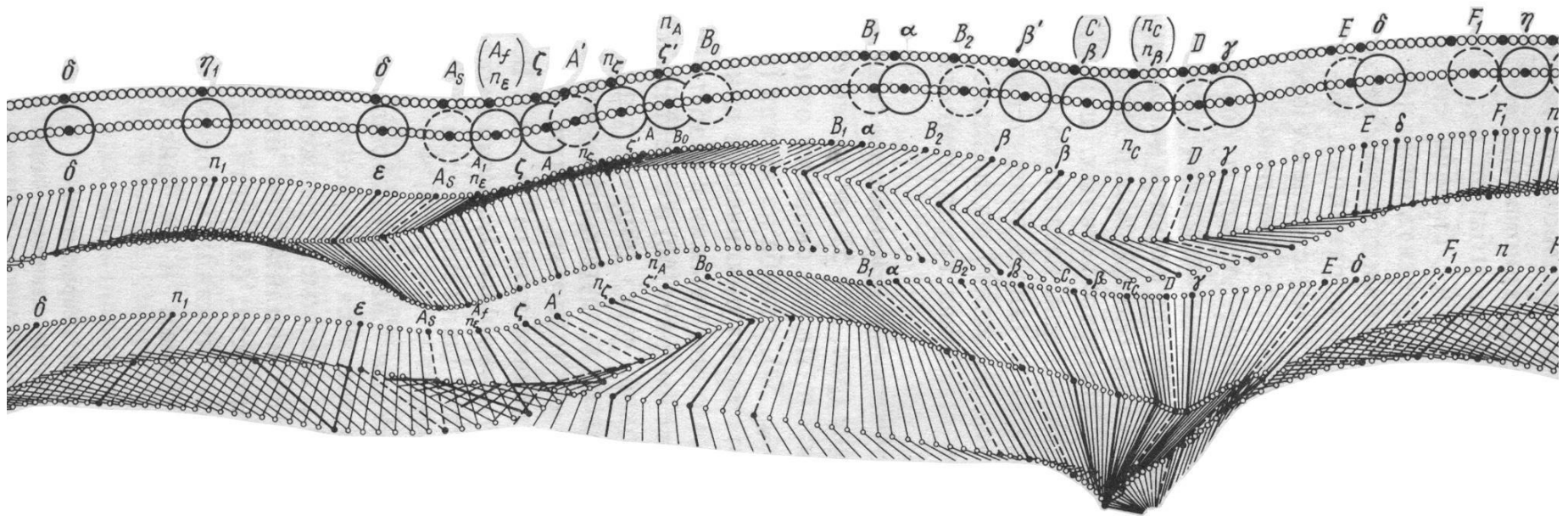
Создатель теоретической основы современной биомеханики – учения о двигательной деятельности человека и животных.

Выдвинутая им теория положила начало развитию новых принципов понимания жизнедеятельности организмов.

В 1947 году опубликовал книгу «О построении движений».

Много времени посвятил изучению биомеханики спортивных движений.





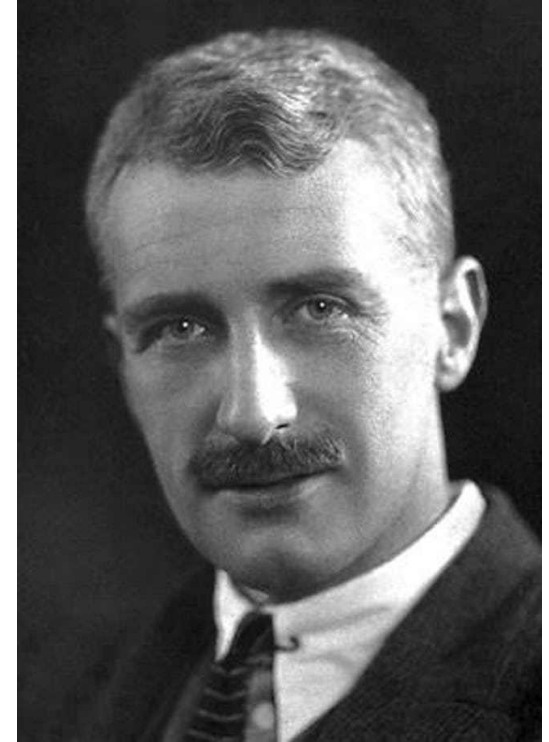
Циклограмма бега, Н.А. Бернштейн,  
1947

# Арчибальд Вивиен Хилл (1886-1977 гг.)

Английский физиолог, один из основоположников биофизики. Лауреат Нобелевской премии по физиологии и медицине 1922 года (совместно с Отто Мейергофом) за труды в области термодинамики мышечной деятельности.

Описал зависимость скорости растяжения мышцы от значения внешней нагрузки, которое носит теперь его имя («характеристическое уравнение Хилла»):

$$v_m = \frac{b(P_0 - P)}{P + a}$$



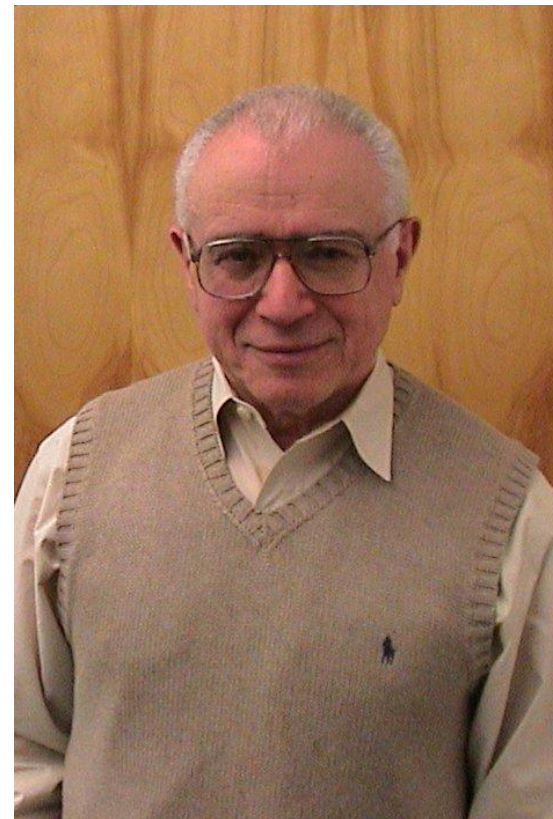
# Владимир Михайлович Зациорский

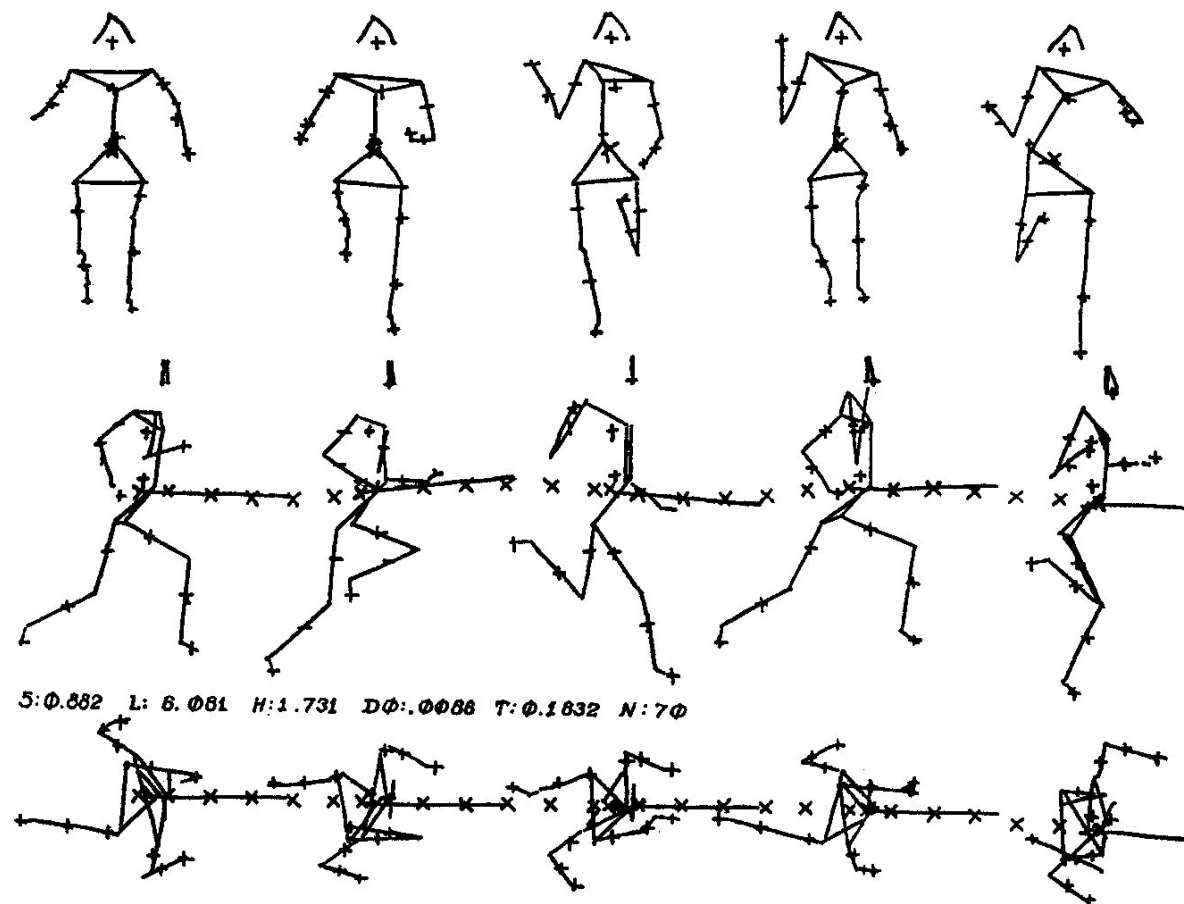
Выдающийся ученый с мировым именем в области спорта, доктор педагогических наук, профессор.

Заведовал кафедрой биомеханики в Центральном институте физической культуры, руководил Всесоюзным научно-исследовательским институтом физической культуры (Москва).

В настоящее время является профессором кафедры кинезиологии Пенсильванского Университета (США).

Автор более 350 научных работ («Физические качества спортсмена», 1966, «Science and practice of strength training», 2006 и многие другие).





Компьютерная модель бега (работы лаборатории биомеханики ГЦОЛИФК под руководством В.М. Зациорского, 1978)



Впервые курс биомеханики в ИФК был выделен в отдельный в 1931 г. на основе разработок учеников и продолжателей идей П.Ф. Лесгафта по функциональной анатомии.

С 30-х годов в институтах физической культуры в Ленинграде (Е.А. Котикова, Д.А. Семенов, Е.Г. Котельникова), Тбилиси (Л.В. Чхаидзе), Харькове (Д.Д. Донской) развернулась научная и учебная работа по биомеханике спорта, а в 1939 году вышло в свет учебное пособие "Биомеханика физических упражнений". Биомеханическое обоснование спортивной техники стало входить во все учебники по видам спорта.

С 1958 г. биомеханика признается учебной дисциплиной в институтах физической культуры, стали готовиться преподаватели по биомеханике. Первая кафедра биомеханики в институте физкультуры была открыта в 1963 г. в Ленинграде в ГДОИФК им. П.Ф. Лесгафта.

На современном этапе биомеханика заняла ведущее место среди основных фундаментальных дисциплин в научной теории физического воспитания. За рубежом курс биомеханики также, как и в России, читается во всех Университетах на факультетах физического воспитания. Там он часто носит название **«кинезиология»**.

# Направления в современной биомеханике

С накоплением фактических данных, с развитием смежных областей знаний биомеханика развивалась по нескольким направлениям:

## •Механическое направление

Раскрывает строение тела человека и его движения с точки зрения физики. Начало этому направлению было положено в работах Джованни Борелли. Физиологи братья Вебер (1836 г.) изучали ходьбу человека с позиций механики, сравнивая движения шагания с качаниями маятника (их гипотезы в последующем во многом не подтвердились). Немецкие ученые Вильгельм Брауне и Отто Фишер определили масс-инерционные характеристики тела человека (1889 г.).

Применение законов механики в биомеханике совершенно необходимо, но недостаточно. Как биомеханическая система тело человека существенно отличается от абсолютно твердого тела или материальной точки, которые рассматриваются в классической механике.

Внутренние силы, которые при решении задач в механике твердого тела стараются исключить, имеют определяющее значение для движений человека.

Наряду с механическими причинами особой сложности движений животных существуют немеханические причины, которые играют еще большую роль. Именно эти причины представители данного направления обычно не рассматривают. Чисто механический подход создает почву для неоправданных упрощений, что часто приводит к неправильным выводам. Кроме того, появляется опасность недооценки качественной специфики физики живого. Возникают механистические тенденции объяснения качественно более высоких явлений простейшими механическими факторами.

- **Функционально-анатомическое направление**

Характеризуется преимущественно описательным анализом движений в суставах, определением участия мышц при сохранении положений тела и в его движениях. С учетом формообразующего влияния функций П.Ф. Лесгафт одним из первых начал разрабатывать основы физиологии

В настоящее время кинезиология представляет собой своеобразное сочетание механического и функционально-анатомического направлений.

Наряду с описательным подходом в анатомическом направлении биомеханики сейчас стала широко применяться электромиография - регистрация электрической активности мышц, дающая представление о степени активности мышц при движениях.

Новое направление в функциональной анатомии - спортивная морфология, изучающая специфические особенности опорно-двигательного аппарата человека в связи с занятиями спортом.

- **Физиологическое направление**

Основано на представлениях о рефлексорной природе движений, кольцевом характере управления движениями и об обусловленной этим чрезвычайной сложности движений человека. Развивая идеи И.М. Сеченова о рефлексорной природе управления движениями, Н.А. Бернштейн выдвинул

Гипотеза Н.А. Бернштейна о многоуровневом построении движений сыграла важную роль в дальнейшей разработке физиологического направления в биомеханике. Глубокое изучение действительных явлений в самом опорно-двигательном аппарате вызвало особое внимание к управлению движениями. Выявленные особенности управления движениями показали, насколько были неверны прежние упрощенные объяснения механизма движений.

# Связь биомеханики с другими науками

Биомеханика является частью биофизики. Она возникла и развивается на стыке биологических и физико-математических областей знаний. Биомеханика находится на стыке разных наук: физики, математики, физиологии, медицины.

Общая биомеханика включает ряд разделов:

- 1. Медицинская биомеханика** (протезирование, травматология, ортопедия, лечебная физическая культура, космическая медицина, криминалистика).
- 2. Инженерная биомеханика** (роботостроение, бионика, инженерная психология).
- 3. Биомеханика спорта** (теория и методика физической культуры, физиология спорта, врачебный контроль, ЛФК, психология спорта, биомеханика видов спорта или частная биомеханика - рациональность и эффективность спортивной техники, развитие и совершенствование двигательных качеств, возрастные и квалификационные