

# ОГЛАВЛЕНИЕ

Авторский коллектив .....	5
Предисловие .....	6
Список сокращений .....	8
<b>Глава 1. Строение и функционирование системы поддержания</b> <b>постурального баланса человека .....</b>	<b>9</b>
1.1. Основные понятия постурологии .....	9
1.2. Краткая история постурологии .....	11
1.3. Элементы биомеханики тела человека .....	13
1.4. Анатомо-физиологическая характеристика сенсорных входов постуральной системы .....	19
1.5. Нервная регуляция позы и мышечного тонуса .....	30
1.5.1. Спинальные рефлексы, обеспечивающие регуляцию мышечного тонуса и поддержание позы .....	35
1.5.2. Роль отделов головного мозга в регуляции мышечного тонуса и поддержании позы .....	40
1.6. Функциональная система поддержания постурального баланса ....	46
Контрольные вопросы .....	48
<b>Глава 2. Осанка тела .....</b>	<b>49</b>
2.1. Нормальная осанка и ее нарушения .....	49
2.2. Возрастные изменения осанки .....	53
2.3. Взаимные влияния осанки и функционирования органов .....	55
2.4. Методы исследования осанки .....	61
2.5. Факторы риска и методы профилактики нарушений осанки .....	63
Контрольные вопросы .....	65
<b>Глава 3. Нарушения постурального баланса .....</b>	<b>66</b>
3.1. Возрастные изменения системы постурального баланса .....	66
3.2. Факторы риска нарушений постурального баланса .....	70
3.3. Методы исследования постурального баланса .....	79
3.3.1. Пассивные постуральные тесты .....	80
3.3.2. Активные статические и динамические постуральные тесты .....	89
3.4. Инструментальные методы исследования постурального баланса .....	96
3.5. Опорная функция стопы и методы ее исследования .....	101
Контрольные вопросы .....	106

<b>Глава 4. Подвижность позвоночника и суставов</b> .....	107
4.1. Факторы, влияющие на подвижность суставов .....	107
4.2. Факторы риска развития дегенеративных заболеваний суставов .....	111
4.3. Подвижность позвоночника и факторы, влияющие на нее .....	113
4.4. Методы исследования подвижности позвоночника .....	117
4.5. Методы исследования подвижности суставов .....	121
Контрольные вопросы .....	127
<b>Глава 5. Организация физиологических синергий</b> .....	128
5.1. Организация движений покоя и локомоторного акта (физиологических синергий) .....	128
5.2. Методы исследования синергий .....	138
5.3. Функциональный нейродинамический мануальный мышечный тест и его интерпретация .....	149
5.4. Факторы риска и причины нарушений физиологических синергий .....	156
Контрольные вопросы .....	158
<b>Глава 6. Методы профилактики постуральных и двигательных нарушений</b> .....	159
6.1. Взаимосвязи постурального баланса, подвижности суставов и физиологических синергий .....	159
6.2. Постуральная гигиена .....	160
6.3. Безопасная и комфортная работа за компьютером .....	166
6.4. Профилактика нарушений постурального баланса с помощью активизации диафрагмы и мышц тазового дна .....	168
6.5. Профилактика нарушений постурального баланса и подвижности в суставах с помощью постизометрической релаксации мышц .....	172
6.6. Профилактика нарушений постурального баланса с помощью проприоцептивных упражнений .....	182
6.7. Профилактика нарушений физиологических синергий .....	183
Контрольные вопросы .....	189
<b>Глава 7. Место постуральных и двигательных нарушений в классификации соматических дисфункций</b> .....	190
Контрольные вопросы .....	194
Список литературы .....	195
Предметный указатель .....	204

## ПРЕДИСЛОВИЕ

Вы держите в руках первый учебник по дисциплине «Профилактика постуральных и двигательных нарушений», рекомендованный для подготовки обучающихся по программе специалитета «Остеопатия».

В книге рассмотрены подвижность суставов и позвоночника, осанка тела, система поддержания постурального баланса, организация рефлекторных физиологических синергий с точки зрения факторов, на них влияющих, в том числе факторов риска различных нарушений. Подробно представлены методы исследования и профилактики постуральных и двигательных нарушений. Авторы не затрагивают необратимые структурные нарушения, такие как органические поражения нервной системы, системные заболевания соединительной ткани (ревматоидный артрит, болезнь Бехтерева и пр.) и т.п. Описаны только потенциально обратимые нарушения, которые развиваются вследствие неправильного образа жизни, психоэмоциональных или механических травм. Следовательно, зная факторы риска и причины их развития, можно проводить профилактику этих нарушений, в том числе у здоровых людей.

Опорно-двигательный аппарат состоит из активных (скелетные мышцы, управляемые центральной нервной системой) и пассивных (кости, суставы, фасции и т.п.) элементов. Пассивные соединительнотканые элементы двигаются вследствие сокращения мышц, то есть центральная нервная система и мышцы организуют *активные движения*. Соединительнотканые структуры обладают *пассивной подвижностью*. Все части опорно-двигательного аппарата тесно связаны друг с другом, и нарушения активных движений и подвижности сочетаются друг с другом. На наш взгляд, если эти нарушения потенциально обратимы, то правомочно называть их *функциональными двигательными нарушениями*.

Тело человека, состоящее из множества подвижных звеньев, неустойчиво в вертикальном положении в связи тем, что две трети тела находится выше общего центра массы. В обеспечении постурального баланса принимают участие практически все отделы нервной и опорно-двигательной систем. Параметры динамической стабилизации вертикального положения тела служат своеобразным индикатором здоровья, состояния функционального развития организма, физической подготовленности.

*Физиологически тело человека в своем движении подчинено трем законам: равновесия (гомеостаза), экономии энергии, комфорта (отсутствия боли).* Отсюда вытекают следующие задачи: в вертикальном положении, при минимальной площади опоры, которая ограничивается

поверхностью двух стоп, быть одновременно и устойчивым в статике, и легким в движении, при этом в каждом из состояний тратить минимум энергии. В условиях дисфункции нарушается гармония, возникает приоритет комфорта, который подавляет экономию энергии, а неоптимальный статический и динамический стереотип приводит к дополнительным энергетическим затратам в нервной системе, в тканях и мышцах. Патобиомеханические изменения в структурах, наиболее богатых проприорецепторами, нарушают «схему тела», что обычно приводит к неадекватным эфферентным командам на сокращение мышц, формированию неоптимального статического и динамического стереотипов.

Человек с нарушением постурального баланса постоянно затрачивает основную часть своей энергии на борьбу с «остановленным падением». Удержание равновесия становится сложной задачей, истощающей опорно-двигательную систему, что рано или поздно приводит к ее дезадаптации, а длительное существование мышечного напряжения — к формированию миофасциального болевого синдрома. В этой ситуации снижается адекватность мышечной нагрузки к предъявляемым требованиям, нарушается постуральная схема тела и многократно возрастает риск возникновения травм. За постуральными нарушениями скрывается огромное число клинических симптомов, таких как утомляемость, раздражительность, головокружение, дорсалгии, люмбалгии, цервикалгии, тендиниты, функциональные боли в нижних конечностях и др.

Данный учебник представляет собой синтез теоретических знаний и конкретных практических рекомендаций, включая постуральную гигиену, комплексы упражнений и правила ходьбы. Вы можете использовать эти рекомендации в своей жизни, а также взять их на вооружение в будущем при работе с пациентами.

## Глава 1

# СТРОЕНИЕ И ФУНКЦИОНИРОВАНИЕ СИСТЕМЫ ПОДДЕРЖАНИЯ ПОСТУРАЛЬНОГО БАЛАНСА ЧЕЛОВЕКА

### 1.1. ОСНОВНЫЕ ПОНЯТИЯ ПОСТУРОЛОГИИ

**Постурология** — это раздел физиологии, изучающий мышечный тонус человека и механизмы поддержания равновесия в вертикальном положении тела в условиях земной гравитации. Аналогичное название носит и раздел медицины, изучающий нарушения этих сложных функций организма человека, их причины и возможности коррекции.

**Сила тяжести** — это сила, притягивающая нас к Земле, действие которой мы постоянно испытываем на себе. Она оказывает огромное влияние на положение тела, его движения, перемещение внутренних жидкостей, расположение органов. Благодаря мышцам, постоянно противодействующим силе тяжести, человеческое тело способно распрямляться во весь рост и поддерживать вертикальное положение, перемещаться в пространстве или производить какие-либо движения. Переход к прямохождению, совершенный человеческим видом, привел к вертикальному положению позвоночника. Вслед за этим последовали соответствующие преимущества в виде освобождения рук, а вместе с этим появилось большое давление на структуры скелета, в частности на позвоночник, мышцы и связки, связанные с ним. Условия поддержания вертикальной позы человека отличаются особой сложностью — малой площадью опорной поверхности, большим числом шарнирных соединений и высоким расположением центра тяжести.

**Пóза** [фр. *pose*, ранее из лат. *pono* (*positum*) — класть, ставить] — положение, принимаемое человеческим телом в гравитационном поле Земли, положение тела, головы и конечностей по отношению друг к другу. **Вертикальная (ортоградная) поза** — наиболее изучаемое и изученное положение человека. Удержание вертикальной позы, прямостоя-

ние и прямохождение — это одна из основных черт приспособленности человека к существованию в гравитационном поле Земли. Вертикальное положение тела обеспечивает такие двигательные действия человека, как стояние, ходьба, бег и прочие виды двигательной активности. Позу нельзя рассматривать как просто статическое расположение различных частей тела в пространстве. Правильная поза — фундаментальное понятие для благополучия человека. Правильная вертикальная поза подразумевает физиологическое равномерное распределение веса тела на конечности, которое сопровождается наиболее благоприятным направлением сил гравитации и опоры для поддержки туловища и выполнения движений тела.

**Постуральный баланс человека** (от лат. *posture* — положение, поза) определяется как способность поддерживать и управлять общим центром массы тела в пределах базы поддержки его опоры в целях предотвращения падения или потери равновесия при статическом и динамическом положениях. Тело, находящееся в постуральном равновесии, — это тело, чьи костные и суставные элементы находятся в положении сниженного механического стресса и чьи мышцы работают при низком уровне энергозатрат. Для каждого движения (и положения) существует свой сбалансированный способ выполнения, учитывающий особенности компонентов опорно-двигательного аппарата (ОДА) и экономичный с точки зрения мышечного энергопотребления.

**Система регуляции постурального баланса (постуральная система)** состоит из двух подсистем:

- 1) мышечно-скелетной, к которой относятся форма, жесткость и гибкость позвоночного столба, биомеханические процессы между соседними сегментами тела, угол движений в суставах и др.;

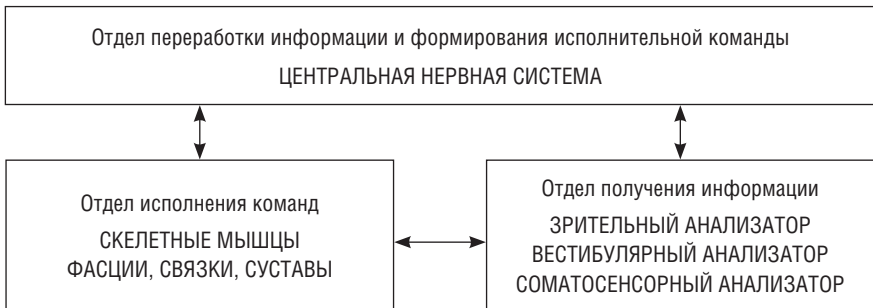


Рис. 1.1. Отделы системы регуляции постурального баланса

- 2) невральной (нейродинамической), то есть множества рефлекторных дуг, осуществляющих управление мышечным тонусом и фазическими движениями. Эта подсистема включает сенсорные входы (соматосенсорная, вестибулярная и зрительная афферентация), нервные центры практически во всех отделах центральной нервной системы (ЦНС) и структуры периферической нервной системы. Органами-эффекторами этих рефлекторных дуг являются тонические и фазические мышцы (рис. 1.1).

## 1.2. КРАТКАЯ ИСТОРИЯ ПОСТУРОЛОГИИ

Изучение механизмов поддержания позы человека является наиболее актуальной задачей физиологии движений на протяжении последних 100 лет. Исследование устойчивости тела при стоянии впервые ввел в практику М. Ромберг в 1861 г., но его исследования коснулись только изучения функции мозжечка. Мощным стимулом к раскрытию физиологических механизмов тонических и установочных реакций, обеспечивающих позу и равновесие тела, явились пионерские работы немецкого физиолога Р. Магнуса начала XX в. и его труд «Установка тела» (1924). Обобщая многолетние наблюдения, Р. Магнус выделил несколько групп рефлексов:

- 1) статические рефлексы, которые обуславливают и сохраняют положение тела и равновесие при спокойном стоянии, лежании и сидении;
- 2) статокинетические рефлексы, при помощи которых человек и животное совершают движения и компенсируют их последствия.

Были изучены афферентные звенья этих рефлексов, а также было показано, что в стволе головного мозга расположена сложная система нервных центров, обеспечивающих сохранение положения тела в пространстве. За эти исследования Р. Магнуса номинировали на Нобелевскую премию, но он умер, не успев ее получить.

Одним из основоположников теоретической базы постурологии считается выдающийся российский физиолог второй половины XIX — начала XX в. И.Ф. Цион. В 1911 г. в Париже была опубликована его книга «Ухо — орган ориентации во времени и в пространстве». В ней он подвел итог своим исследованиям функции равновесия. И.Ф. Цион подчеркивал, что для формирования чувства равновесия необходима согласованность информации от полукружных каналов ушного лабиринта, слуховых рецепторов, сетчатки глаз и проприорецепторов мышц шеи.

Выдающиеся работы Р. Магнуса и И.Ф. Циона вдохновили российского физиолога Н.А. Бернштейна, который продолжил дальнейшее изучение механизмов позной активности. Ему принадлежит одна из первых четких формулировок понятия «обратной связи» в физиологии движений, то есть получения информации о результатах выполняемого движения, а также идея об иерархичности взаимодействий между мозговыми центрами в ходе регуляции двигательной активности, что справедливо и для функции контроля вертикальной позы.

Наиболее серьезный вклад в исследование данной области был сделан российскими учеными под руководством В.С. Гурфинкеля и американскими учеными под руководством Л.М. Нашнера. Группа В.С. Гурфинкеля в 60-х годах прошлого века доказала, что в регуляции позы центральное место занимает внутренний образ тела человека, так называемая схема тела, позволяющая сопоставлять и совместно обрабатывать информацию от различных рецепторов, а также планировать коррекции позы с учетом структуры и динамических характеристик тела. Многочисленные эксперименты продемонстрировали, что действие рефлекторных реакций определяется не столько истинным положением тела, сколько субъективным, порой неверным представлением о его положении. Л.М. Нашнер в 80-х годах сформировал представление о системе регуляции вертикальной позы как совокупности настраиваемых рефлекторных обратных связей по показаниям вестибулярного аппарата, зрительной системы, суставно-мышечных рецепторов. Здоровые люди решение о некорректности одного из источников информации принимают на основании сравнения его показаний с показаниями остальных. В ситуации, когда один из источников не предоставляет корректную информацию, его функция компенсируется другими.

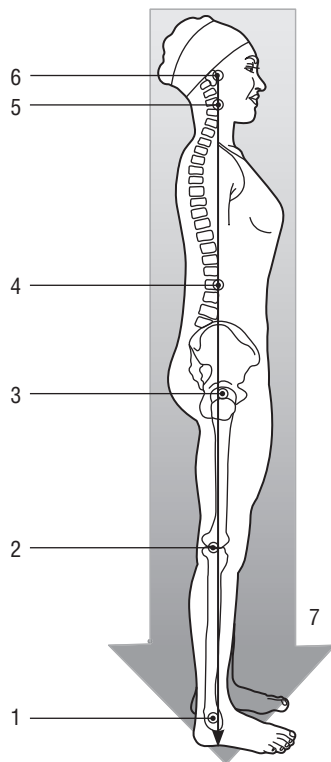
Постурология в остеопатии — сравнительно новое направление, но развивается оно очень активно, так как любые соматические дисфункции отражаются на позе и на перераспределении тонуса мускулатуры, отвечающей за вертикальное положение тела. Изучение постурологии в прикладном аспекте соматических дисфункций в России началось только в 2008 г., когда под редакцией В.И. Усачева был переведен труд П.-М. Гаже «Постурология. Регуляция и нарушения равновесия тела человека», написанный в 1995 г. Изучение взаимных влияний нарушений постурального баланса и соматических дисфункций в настоящее время активно продолжают на кафедре остеопатии СЗГМУ им. И.И. Мечникова.

### 1.3. ЭЛЕМЕНТЫ БИОМЕХАНИКИ ТЕЛА ЧЕЛОВЕКА

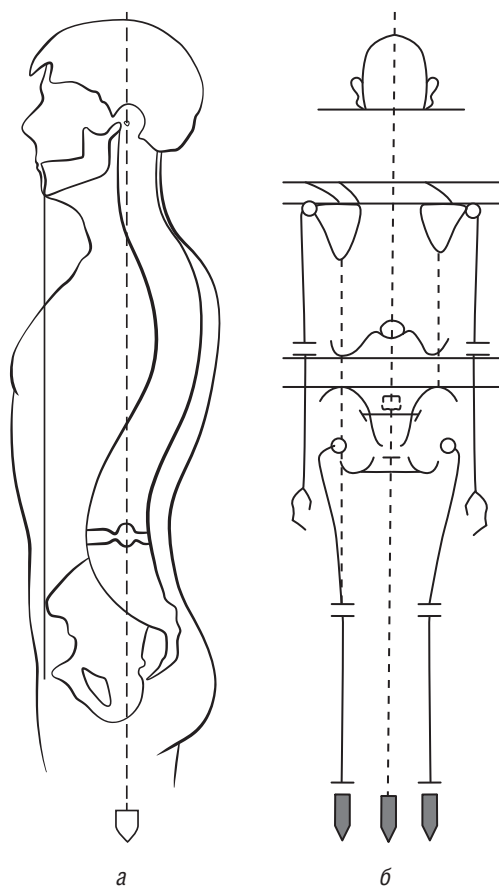
Скелетно-мышечная система обеспечивает, с одной стороны, устойчивость и жесткость ОДА, а с другой — гибкость и эластичность тела, создавая тем самым биомеханические взаимосвязи между различными структурами. Ноги, таз и позвоночник играют роль опорных структур, и в результате действия силы тяжести их кости и суставы подвержены значительной компрессии и трению.

**Линия действия силы тяжести (ЛДСТ)** — воображаемая вертикальная линия, для изучения которой используется грузило, указывающая на выравнивание структуры тела в зависимости от действия силы тяжести. Идеальное положение — это сбалансированное положение ОДА, при котором костные и суставные структуры, а также мягкие ткани испытывают минимальный уровень давления и функционируют с максимальной эффективностью. Линия центра тяжести тела в сагиттальной плоскости проходит через темя, наружный слуховой проход, зуб позвонка  $C_{II}$ , тело позвонка  $L_{III}$ , переднюю поверхность мыса крестца, середину сухожильного центра промежности, проецируется кпереди от линии лодыжек посередине опорного полигона стоп (рис. 1.2).

*Визуальные критерии оптимальной вертикальной позы.* Во фронтальной плоскости центральная ЛДСТ должна соответствовать отвесу, восстановленному из середины полигона опоры, и проходить через остистые отростки позвонков  $L_{III}$ ,  $Th_{IV}$  и  $C_{II}$ , при этом горизонтальные линии, соединяющие наружные слуховые проходы, уровень плечевых суставов, нижних ребер, крыльев таза, больших вертелов тазобедренных



**Рис. 1.2.** Основные опорные точки скелета, через которые проходит линия действия силы тяжести: 1 — лодыжка, 1-я точка опоры; 2 — колено, 2-я точка опоры; 3 — бедро, 3-я точка опоры; 4 — тела поясничных позвонков, 4-я точка опоры; 5 — тела шейных позвонков, 5-я точка опоры; 6 — слуховое отверстие; 7 — сила тяжести (Уриа А.М.)



**Рис. 1.3.** Визуальные критерии оптимальной вертикальной позы (вертикаль Барре): *а* — в сагиттальной плоскости; *б* — во фронтальной плоскости (Кашуба В.А.)

суставов, коленных суставов и лодыжек, должны быть параллельны друг другу и линии горизонта (рис. 1.3, *б*). В сагиттальной плоскости центральная ЛДСТ должна соответствовать отвесу, находящемуся на линии, соединяющей наружный слуховой проход и большой вертел тазобедренного сустава, при этом передняя ЛДСТ должна находиться на линии, соединяющей подбородок, верхний край грудины и лono (рис. 1.3, *а*).

Согласно **гравитарной концепции**, которая была разработана J. Littlejohn и J. Wernham, позвоночник функционирует как целостная систе-

ма, обеспечивающая адаптацию организма к гравитационным нагрузкам. Равновесие человеческого тела регулируют три основные силовые вектора. J. Littlejohn выделяет одну переднезаднюю и две заднепередние силовые линии. Переднезадняя линия берет начало от основания черепа — переднего края большого затылочного отверстия и опускается кзади и вниз к копчику, проходит через тела  $Th_{XI}$  и  $Th_{XII}$ , и далее через  $S_1$  крестца. Эта линия объединяет весь суставной механизм позвоночника в одно целое и отражает силы, которые оказывают сопротивление утрате нормальных дуг в позвоночнике. Заднепередняя линия берет начало от середины заднего края большого затылочного отверстия, затем идет в передненижнем направлении к месту соединения  $L_{II}$  и  $L_{III}$ , где, раздваиваясь, продолжается к вертлужным впадинам. *Позвонок  $L_{III}$  — центр тяжести тела.* Для придания трехмерности телу J. Littlejohn разделил заднепереднюю линию на две линии во фронтальной плоскости. Начинаются они от заднелатеральных краев большого затылочного

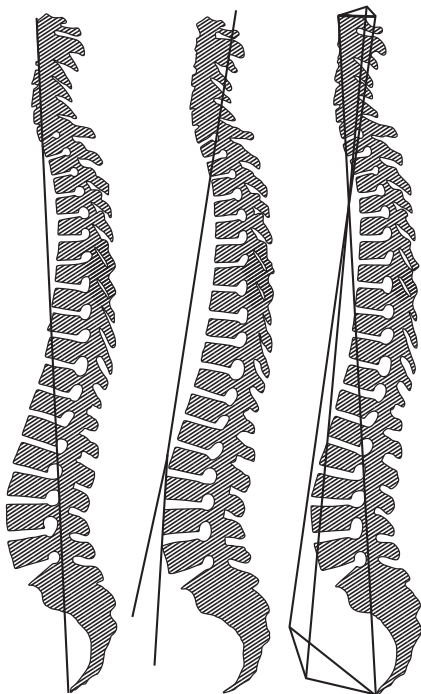
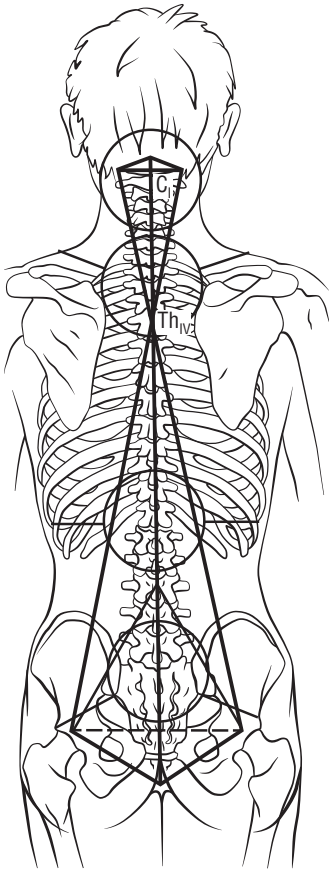


Рис. 1.4. Силовые вектора, регулирующие равновесие тела человека (Littlejohn J.)

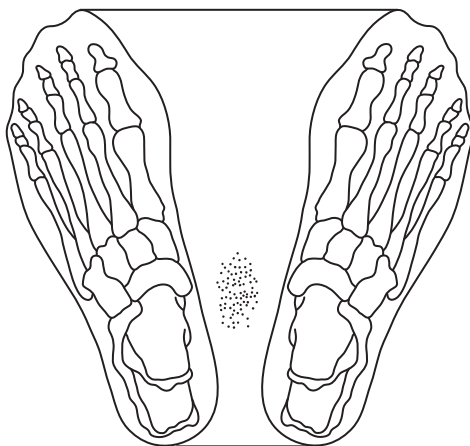


**Рис. 1.5.** Верхний и нижний треугольники (пирамиды) (Littlejohn J.)

отверстия, далее идут в передненижнем направлении к противоположному тазобедренному суставу, пересекаясь на уровне  $Th_{IV}$  (рис. 1.4). Соединение концов этих векторов образует два треугольника, которые называют *силовыми треугольниками*. Передней точкой верхнего треугольника является точка прикрепления передней продольной связки, задние точки этого треугольника соответствуют подзатылочным мышцам и мышечкам  $C_1$ , нижний треугольник объединяет тазобедренные суставы и лонный симфиз. По сути, в 3D-объеме эти треугольники представляют собой пирамиды (рис. 1.5). Из анализа силовых векторов понятно, что нарушения в верхнем силовом треугольнике приведут к изменению положения элементов нижнего треугольника по принципу силовой адаптации. Задача всех силовых векторов — обеспечить равновесие частей скелета и равновесие физиологических давлений в грудной и брюшной полостях.

При стоянии площадь опоры заключена внутри поверхности, образованной наружными контурами обеих стоп и линиями, соединяющими их переднюю и заднюю крайние точки (рис. 1.6). Равновесие тела сохраняется до тех пор, пока вертикаль (проекция), опущенная из общего центра тяжести тела, не выходит за пределы площади опоры (статическое равновесие тела). При статическом равновесии организм стремится сохранить стабильность верхней части тела и головы — выше  $Th_{IV}$  (верхний треугольник J. Littlejohn).

Такое состояние возникает у стоящего человека и стабилизирует в пространстве голову и руки для облегчения контроля действий рук и восприятия анализаторов области головы. Если проекция общего центра тяжести (ОЦТ) вышла за пределы площади опоры, то восстановление равновесия тела возможно только



**Рис. 1.6.** Площадь опоры тела в положении стоя. Точками обозначена проекция общего центра тяжести (Гурфинкель В.С., Коц Я.М., Шик М.Л., 1965)

путем балансирования, то есть подведения площади опоры под сместившуюся проекцию ОЦТ (динамическое равновесие тела). Такой вид равновесия тела имеет место при всех видах перемещений — ходьбе, беге, катании на коньках, велосипеде и т.д. При динамическом равновесии тела организм стремится сохранить стабильность нижней части тела и ног — ниже  $Th_{IV}$  (нижний треугольник J. Littlejohn). Контралатеральные взаимосвязи отражают скручивание тела во время ходьбы и бега, что придает ему устойчивость.

**Равновесие тела** — сохранение определенного (например, вертикального) положения. *Равновесие тела человека при вертикальной стойке относится к неустойчивому типу*, так как ОЦТ тела лежит выше площади опоры. У взрослых мужчин (в среднем) ОЦТ расположен на 15 мм позади от передненижнего края тела  $L_v$ . У женщин ОЦТ в среднем расположен на 55 мм спереди от передненижнего края  $S_f$ . ОЦТ тела складывается из центров тяжести отдельных частей тела (парциальные центры тяжести). Именно поэтому при движениях и перемещении массы частей тела перемещается и ОЦТ, но для сохранения равновесия его проекция не должна выходить за пределы площади опоры. Высота положения ОЦТ у разных людей значительно варьирует в зависимости от целого ряда факторов, к числу которых в первую очередь относят пол, возраст, телосложение и пр. У женщин ОЦТ обычно расположен несколько ниже, чем у мужчин.