

РУКОВОДСТВО ПО ФИЗИОЛОГИИ ДЛЯ ИЗУЧАЮЩИХ НАУКУ ПДО

(Часть 1)

Джоэл Райхертер¹ и Марк Хэндлер²

I. ВВЕДЕНИЕ

Многие практикующие специалисты в области психофизиологической детекции обмана (ПДО) начали свою профессию в середине карьеры из других дисциплин, помимо наук о жизни или биологии. Как правило, многие приходят в ПДО из уголовного правосудия или смежных профессий с ограниченным знанием наук о жизни. В полиграфологии исследователь должен записывать и оценивать внутренние физиологические данные из выбранных систем органов тела, регулируемых мозгом. Это означает, что специалист по полиграфу должен получить и поддерживать достаточное понимание основ физиологических изменений, которые он пытается измерить. Физиологические параметры, необходимые для оценки ПДО, обычно изучаются в дисциплинах наук о жизни.

Несмотря на мнение широкой общественности, метрики обнаружения лжи не существует. Однако наука о ПДО может предоставить статистическую меру вероятности правдивых или вводящих в заблуждение ответов на соответствующие вопросы, касаемо рассматриваемых тем. **Сердечно-сосудистая система (сердце), покровная система (кожа) и дыхательная система (дыхание)**, регулируемые **центральной нервной системой**, должны быть разумно поняты полиграфологом, чтобы эффективно принимать решения в науке о ПДО. Термины, выделенные жирным шрифтом в этом руководстве, имеют повышенное значение. В общих чертах они рассмотрены в разделе «Обзор», часть 1, и более подробно описаны в разделе «Подробности», часть 2. Студенты и люди, обучающиеся на протяжении всей жизни, могут захотеть убедиться, что они особенно хорошо усвоили эти термины.

Этот проект начался в 2005 году, когда один автор Джоэл Райхертер (JR) поделился планом своего 62-часового курса физиологии, возможно, самого сложного курса физиологии, который преподается в любом режиме тренировок ПДО, с другим автором Марком Хэндлером (MH). MH взял план и разработал то, что позже стало

¹ Джоэл Райхертер, с ним можно связаться по адресу univpoly1@aol.com.

² Марк Хэндлер, с ним можно связаться по адресу polygraphmark@gmail.com.

Примечание автора: один экзаменатор, олицетворяющий нашу веру в непрерывное обучение, неустанно просматривал и редактировал этот документ. Без внимания Дейла Остина к деталям, глубокого понимания процесса обучения экзаменатора ПДО и общего опыта в ПДО этот документ был бы значительно меньше, чем он есть на самом деле. Авторы и наша профессия глубоко признательны Дейлу Остину.

«подробным» разделом текущего документа. Авторы считают, что читателям будет полезен менее подробный обзор, и JR первым написал данный раздел этого документа. У нас было два намерения: во-первых, создать документ, который можно было бы использовать в качестве основы для обзора этого иногда сложного предмета – физиологии – и, во-вторых, предоставить более мотивированному или любопытному экзаменатору инструмент, с помощью которого можно было бы влезть глубже «в корни».

Общий план обзора должен довольно точно повторять *Подробный раздел*³. Информация в этих разделах может частично совпадать, так как удаление всего избыточного материала могло сделать один или другой трудным для понимания. Просим читателя прощения и терпимости к избыточности. Мы также просим сообщать нам об ошибках и заранее принимаем на себя ответственность за ошибки или упущения.

Мы считаем, что обучение профессионала и всей коллективной профессии никогда не должно прекращаться. Мы разработали этот документ для тех студентов, экзаменаторов и школ, которые разделяют наши идеалы. Мы надеемся, что читатель сочтет его полезным, и надеемся, что он сможет обновлять его по мере того, как мы продолжаем учиться и насколько позволяет время.

II. ФИЗИОЛОГИЧЕСКИЕ И ХИМИЧЕСКИЕ ИСТОКИ

В здоровом теле системы организма гармонично работают вместе, в сбалансированной внутренней физиологической среде хорошего самочувствия. Это состояние описывается как *гомеостатическое состояние равновесия*, иначе известное как *гомеостаз*, или, как медицинский термин, в «состоянии хорошего самочувствия». Если внешние обстоятельства нарушают этот баланс в системах органов, может развиваться болезненное состояние. Однако обычная меняющаяся среда, такая как упражнения, по сравнению с расслабляющим состоянием при чтении книги, естественно, вызовет изменение гомеостатического баланса в системах организма. Физиологические изменения, внесенные в гомеостатический баланс в системах органов, были недавно описаны в параметрах ПДО Марком Хэндлером как *аллостаз*, который описан в *Подробном разделе* в части «гомеостаз и аллостаз».

Вся физиологическая деятельность, связанная с жизнедеятельностью, подчиняется основным законам химии. Большая часть химии, происходящей в человеческом теле, выходит за рамки этого руководства, но есть несколько важных концепций, которые необходимо рассмотреть, чтобы обеспечить фундаментальное понимание для тех, кто изучает науку о ПДО.

Начнем наше исследование: вся материя на Земле состоит всего из 92 различных атомов, встречающихся в природе, которые также называются элементами. Живое тело состоит из 26 из них. Примеры этих атомов, вы, несомненно, слышали —

³ Начинается на странице 25.

водород, углерод, азот и кислород. Эти четыре элемента составляют около 96% тела. Кальций, фосфор, калий, сера, натрий, хлор, магний и железо составляют 3,8%. Остальные 14 элементов классифицируются как микроэлементы, поскольку в совокупности они составляют всего 0,2%. Все элементы обычно представлены одной или двумя буквами английского алфавита. Например, С представляет собой углерод или Са представляет собой кальций.

Вкратце, эти атомы состоят из частиц, называемых протонами, нейтронами и электронами. Общее количество протонов и нейтронов в каждом атоме находится в центре атома (ядра) и называется атомной массой. Самым легким по атомной массе является водород, который имеет только 1 протон и 0 нейтронов. Самый тяжелый атом – уран, который имеет 92 протона и 146 нейтронов. Протоны имеют положительный заряд по сравнению с нейтронами, которые не имеют заряда. В заданных областях или оболочках вокруг ядра вращаются отрицательно заряженные электроны. Атомы обычно имеют равное количество положительных протонов и отрицательных электронов, организованных в различных областях (оболочках) вокруг центра атомного ядра. Такое расположение положительных и отрицательных зарядов делает атом нейтральным. Более подробную информацию об архитектурном дизайне можно найти в подробном разделе этой работы или в текстах по основам химии, анатомии и физиологии. Однако для базового понимания ПДО нет необходимости исследовать дополнительные концепции химии, если вы не вдохновитесь на это.

Поскольку на эти атомы действуют несколько сил, в зависимости от количества и расположения электронов в атоме, иногда электроны оттягиваются или притягиваются к другому атому. Когда это происходит, атом, теряющий электрон, остается в положительном состоянии, которое называется положительным ионом или катионом. Если атом получает электрон, его называют отрицательным ионом или анионом. Некоторые из наиболее важных ионов, которые вы увидите в физиологии, – это натрий, калий, хлор (также называемый хлоридом), кальций и водород. Обозначение символа будет: Na +, K +, Cl-, Ca ++ и H + и т. Д. Знак + указывает на потерю электрона, знак – указывает на усиление электрона. Символ Ca ++ указывает на потерю двух электронов. Эти и другие ионы играют важную роль в функции нервной, сердечно-сосудистой, дыхательной и потовых желез и, в конечном итоге, в физиологических событиях, которые происходят во время обследования ПДО.

Силы физики и химии заставляют атомы разделять электроны во внешней оболочке, что приводит к **совместной (ковалентной) связи** между двумя или более атомами, образующими **молекулы**. Вода, углеводы и белки – хорошие примеры молекул. В других случаях один или несколько электронов будут освобождены от одного атома и приняты другим, что приведет к образованию положительного и отрицательного иона. В этом случае притяжение между двумя ионами будет называться **ионной связью**, образующей соединение, но не молекулу. Соль (NaCl) будет хорошим примером. Соль может быть представлена Na + Cl-, но для удобства + и - часто не отображаются.

III. ОРГАНИЗАЦИЯ ЧЕЛОВЕЧЕСКОГО ТЕЛА

Все живые существа, включая человеческое тело, организованы в **клетки**, которые осуществляют жизнедеятельность. У более продвинутых форм жизни различные типы клеток организованы в **ткани**, которые выполняют более сложные функции, чем одна клетка. Ткани организованы друг с другом, образуя **органы**, которые выполняют более сложные функции, чем ткань. Органы организованы друг с другом, образуя **системы**, которые выполняют еще более сложные функции. Наконец, комплексное сочетание одиннадцати различных систем образует **человеческий организм**.

В качестве модели рассмотрим организм человека как нашу нацию. Штаты будут представлять системы, округа будут представлять органы, города и поселки будут представлять ткани, местные районы будут представлять клетки, а люди будут представлять атомы, ионы и молекулы.

Клетки: Рассматривайте клетки как фабрики. В зависимости от характера клетки (фабрики) фабрики со своими работниками (**молекулами и ионами**) могут производить различные продукты, полезные для местной экономики или более крупных областей (округов, штатов, нации). Как и в любой другой отрасли, сырье должно доставляться на завод грузовиками (**кровь**), проходить через заводские ворота (**клеточная мембрана**), превращаться в продукт (**белки или другие сложные молекулы**), а затем отправляться через заводские ворота (клеточная мембрана) в другие места на грузовиках (кровь). Как и на любом заводе, рабочие должны быть организованы и управляться мастерами и директорами компаний (**ферменты и гормоны**).

На всех действующих фабриках конкретные способы производства продукции зависят от организации фабрики, способов поступления сырья и строительных материалов на фабрику, а также от того, как произведенная продукция упаковывается и отгружается.

Как на заводе есть центральный офис, принимающий решения, так и в клетке. Ядро клетки — это то место, где **ДНК, в хромосомах**, хранит все чертежи, необходимые для создания продукта. Конечно, по чертежам нельзя сделать продукт в офисе. Планы необходимо отправить на конвейер завода (**различные органеллы, расположенные в цитоплазме**).

Ткани: Ткани представляют собой совокупность различных типов клеток, работающих вместе для общей и более сложной цели. Используя приведенную выше модель клетки, визуализируйте один завод, производящий колеса, другой крылья, еще один кожаные сиденья, еще один ветровое стекло и еще одно ковровое покрытие. Вся эта продукция отправляется на завод, который собирает все изготовленные детали, производя автомобиль (**Ткань**).

Орган: Теперь представьте себе заводы, производящие седаны, внедорожники и спортивные автомобили, другие заводы, производящие грузовики и фургоны, и дополнительные заводы, производящие самолеты, поезда и т. д. (**Органы**).

Система: Все различные транспортные средства перевозят людей или товары из одного места в другое в рамках национальной транспортной системы. Человеческое тело имеет не только транспортную систему (систему кровообращения), но и десять других специализированных систем.

Организм: Теперь рассмотрим комбинацию национальной транспортной системы, медицинской системы, системы сельского хозяйства, системы образования, жилищной системы, системы одежды, полиции и военной системы (для защиты) и т. д., управляемой и направляемой центральным правительством (**мозгом и эндокринной системой**). Все вместе это нация (**Человек**).

Теперь, когда мы изложили рабочую концепцию организации человеческого тела, мы готовы исследовать системы организма, имеющие наиболее важное значения при оценке ПДО.

IV. НЕРВНАЯ СИСТЕМА

Теперь, когда вы познакомились с организацией человеческого тела, важно изучить немного более подробно физиологические процессы тех конкретных систем, используемых при диагностике исследований ПДО. Вы всегда можете изучить более подробную информацию о системной физиологии в расширенном разделе этого руководства или в текстах, перечисленных в справочном разделе.

Самая важная клетка нервной системы — “звезда” шоу — это **нейрон**. Хотя есть и другие поддерживающие клетки, связанные с функцией нервной системы, подобно персонажам поддержки, которые играют жизненно важную роль в поддержке звезды шоу на Бродвейском шоу, мы должны сосредоточить большую часть нашего внимания на нейронах, лишь изредка обращаясь к поддерживающим клеткам.

В этом шоу есть три главных нейронных звезды: **ассоциация (интернейроны)**, **сенсорные нейроны** и **моторные нейроны**. Моторный нейрон был наиболее изучен в нейрофизиологии из-за своего размера, довольно элегантного дизайна и относительной легкости доступа для исследователей. Пожалуйста, обращайтесь к схемам, включенным в подробный раздел, для лучшего понимания.

Ионы различных типов можно различать между внеклеточной (интерстициальной) жидкостью и внутренней клеточной средой благодаря очень значительной **избирательно проницаемой мембранной конструкции** нейронов и других клеток. Многие физиологи считают внеклеточную жидкость океаном, а клетки человека — всеми живыми организмами в этом океане.

Ионы, такие как натрий (Na^+), калий (K^+) и хлорид (Cl^-) (хлор до получения электрона), могут перемещаться в электрическом поле. Ионы, способные к этому движению, известны как **электролиты**. Когда нейроны используют электролиты для проведения импульса, подобного току, это называется **потенциалом действия**. Нейроны используют потенциалы действия, чтобы общаться и направлять все органы тела для выполнения своих обязанностей, для конечного полезного функционирования тела. Поэтому нейроны называют *возбуждающими клетками*. Когда ваш врач просит лабораторию взять вашу кровь для анализа, тест, скорее всего, будет включать в себя оценку ваших электролитов. Анализ крови на электролиты прост и важен. Дисбаланс электролитов может быть вызван многими факторами, включая диету, лекарства, образ жизни и т. д. Если уровни электролитов значительно несбалансированы, это может существенно повлиять на всю физиологию организма, включая нервную систему, сердечно-сосудистую систему, дыхательную систему и активность потовых желез.

Прежде чем нейроны смогут проводить потенциал действия, должен существовать потенциал покоя. Прежде чем можно будет создать ток для включения света, должен существовать потенциал покоя, который потреблял бы накопленную мощность батареи. Потенциал покоя батареи количественно выражается в единицах, называемых **вольтами**. Поскольку нейрон такой крошечный, единица мощности измеряется в **милливольтах (мВ)**. Хотя батареи и нейроны объединяют схожие концепции накопления энергии, между ними есть различия в том, как эта энергия преобразуется в ток (ампер, в электричество) или потенциал действия в нейронах.

Напряжение клетки рассчитывается путем измерения **разницы** между заряженными молекулами и ионами на внешней стороне клеточной мембраны по сравнению с внутренней частью клеточной мембраны. Разница потенциалов покоя в большинстве нейронов составляет около -70 мВ. (Согласно соглашению потенциал покоя, измеряемый в мВ, сравнивает внутреннюю часть ячейки с внешней. Если бы напряжение измерялось с другой стороны мембраны, оно было бы $+70$ мВ.) В сердце и некоторых специализированных клетках, потенциал покоя может составлять -90 мВ или другое напряжение. K^+ — самый важный ион для установления потенциала покоя. Избирательная проницаемость мембраны нейрона позволяет некоторым ионам K^+ диффундировать из клетки. Когда это происходит, ячейка остается менее положительной или, по сути, отрицательной. По мере того, как все больше калия диффундирует наружу с уменьшающейся скоростью, положительная природа иона электрохимически притягивается обратно в клетку. Наступит момент, когда диффузионная сила, выталкивающая K^+ из ячейки, придет в равновесие с электрохимической силой, чтобы вернуть его (как в игре перетягивания каната при остановке). При примерно -70 мВ эти силы равны, что определяет **потенциал покоя**.

Визуальное описание сенсорных и двигательных нейронов можно просмотреть на следующих страницах в подробном разделе. Наиболее важными частями нейрона в порядке проведения нервного импульса являются дендриты, тело клетки, аксон и телодендрии (ветви синаптических окончаний). Для простоты многие детали того, как

нейрон генерирует и проводит импульсы (потенциалы действия), не будут описаны в этом руководстве, но могут быть прочитаны в любом из связанных текстов, перечисленных в справочном разделе.

Нейрон

Нейрон будет получать стимулирующие сигналы многих различных типов на дендритах или теле клетки, которые могут изменять мембранные рецепторы (**химические ворота**), позволяя Na^+ проникать в клетку и двигаться к аксону. Когда достаточное количество ионов Na^+ достигает аксона, разница напряжений на мембране аксонной клетки упадет с **-70 мВ** до примерно **-55 мВ**. Когда это напряжение возникает, **вентили напряжения (потенциал-зависимые ионные каналы)** — специальные молекулы в мембране клетки аксона, чувствительные к этому напряжению — открываются. Это формирует канал, который позволяет большему количеству Na^+ из внеклеточной жидкости устремляться в аксон, потому что внутренняя часть аксона отрицательна, а концентрация натрия ниже, чем снаружи. Через миллисекунду внутренняя часть аксона рядом с телом клетки станет **+30 мВ**. Это изменение трансмембранного напряжения от -70 мВ до +30 мВ называется **деполяризацией**. Ионы натрия, которые только что устремились в аксон, будут перемещаться в прилегающую область, потому что остальная часть аксона все еще находится в состоянии покоя -70 мВ. Это снижает мембранный потенциал до -55 мВ, вызывая открытие дополнительных соседних чувствительных к напряжению каналов. Затем больше Na^+ устремляется в клетку, вызывая деполяризацию на аксоне. Эти события продолжают воспроизводиться в манере, очень похожей на сбивание ряда домино. Как только начнется, его уже нельзя будет остановить. В нейрофизиологии эти повторяющиеся события являются **потенциалом действия**. Когда он запускается, как и в случае с моделью домино, он самогенерируется по принципу «**все или ничего**». Стрельба из пистолета — еще одна модель, отражающая эту концепцию. Пуля не выпускается до тех пор, пока не будет достигнуто давление бойка на капсюль. Если давление недостаточное, пуля не выпускается. Минимальный стимул, необходимый для задействования потенциала действия внутри клетки, часто называют **пороговым стимулом**.

После того, как Na^+ попадает в клетку, нейрон выкачивает Na^+ и возвращает K^+ в исходное положение, чтобы мог возникнуть новый потенциал действия. Это может происходить от 80 до 100 раз в секунду. Химический механизм натриево-калиевого насоса выходит за рамки данного руководства и поэтому не описывается.

Некоторые потенциалы действия должны проявиться как можно быстрее, например, при болевом ощущении. Следовательно, аксоны нейронов обернуты специальной жировой мембраной, известной как **миелин**, которая вырабатывается **шванновскими клетками** или другими специальными **глиальными клетками**. Визуализируйте, как оборачивают трубу листом бумаги, добавляя еще один слой рядом с первой оберткой, но оставляя небольшое пространство и так далее. Это то, что делают клетки Шванна. В результате Na^+ может перемещаться в клетку только в

этих промежутках (**узлах Ранвье**) между клетками Шванна. Набор хот-догов в мясной лавке может помочь вам визуализировать дизайн. Обратите внимание на рисунок в подробном разделе руководства. Поскольку деполяризация может происходить только в узлах между оболочками шванновских клеток, потенциал действия эффективно пропускается вдоль аксона, что называется **сальтаторным проведением**. Аутоиммунное заболевание — рассеянный склероз (РС) — возникает, когда миелин разрушается. Потенциалы действия не могут проявляться нормально, что снижает эффективность нервной системы пациента.

Когда потенциал действия достигает конца аксона, длина которого может варьироваться от меньше одного мм до одного метра, он распространяется, как ветки дерева. Этот образец ветвления называется **телодендриями**. Это позволяет нейрону общаться со многими другими нейронами. Любое слово с «тело» в префиксе означает «конец». Крошечные выпуклые терминали (концевые луковицы) находятся на конце телодендрии. Эти терминали содержат везикулы, в которых хранятся узкоспециализированные молекулы, называемые **нейротрансмиттерами**. Ветвистая структура тела клетки также называется дендритами, но не телодендритами, как вы заметили на чертеже в детальном разделе.

Вы также увидите, что терминальные концы аксона вплотную подходят — но не касаются — дендритов или тела клетки следующего нейрона. Это пространство или промежуток известен как синапс. Когда потенциал действия достигает концевой луковицы, происходит сложная реакция, в результате которой нейромедиатор попадает в синаптическую щель (см. диаграмму). Нейромедиатор соединяется (как ключ в замке) со специальным рецептором на постсинаптическом дендрите или мембране тела клетки, вызывая открытие канала. В зависимости от комбинации нейротрансмиттера и рецептора, различные ионы могут проникать в цитоплазму постсинаптического нейрона. Обычно это Na^+ или Cl^- . Если Na^+ входит, постсинаптический нейрон генерирует новый потенциал действия. Если Cl^- входит в постсинаптический нейрон, он не генерирует новый потенциал действия, потому что внутренняя часть становится более отрицательной (тормозящей). Когда внутреннее напряжение ячейки более отрицательное, оно дальше от порогового напряжения, и потенциал действия менее вероятен. И возбуждающее, и тормозящее действие необходимо для правильного управления нервной системой. Подумайте об управлении автомобилем. Всегда будет смесь педалей газа и тормоза для правильной эксплуатации автомобиля. К сожалению, иногда случаются аварии, когда педаль газа или тормоза не скоординированы должным образом. Угадайте что? Иногда правильные нейротрансмиттеры и рецепторы не задействованы должным образом, что приводит к плохому поведению или неадекватной регуляции органов тела, которые не могут поддерживаться должным образом.

В ПДО и других психологических науках необходимо понимать несколько наиболее важных нейромедиаторов: **норэпинефрин (NE)**, **ацетилхолин (ACh)**, **дофамин**, **серотонин**, **гамма-аминомасляная кислота (GABA)** и **глутамат**. Психофармакология занимается проблемами депрессии, беспокойства, гиперактивности и других форм поведения. Эта наука стала более интенсивной в

последние годы, поскольку физиология и контроль над этими нейротрансмиттерами стали более понятными.

Широкое распространение и злоупотребление отпускаемыми по рецепту лекарствами, а также незаконное употребление наркотиков становятся все более серьезной проблемой в ПДО. Неизвестно, являются ли лекарства локально-специфичными, то есть изменяют неврологический эффект только в релевантных вопросах или только в вопросах сравнения. Но мы обеспокоены тем, что использование лекарств может затруднить оценку физиологической реакции. Также имейте в виду, что некоторые испытуемые предпочитают не принимать прописанные им лекарства в день обследования или могут использовать чрезмерную дозу, полагая, что это помешает обследованию. Эти люди, занимающиеся самолечением, создают дополнительные проблемы, когда отказываются от прописанных им лекарств, такие как обратный эффект, когда прием лекарства внезапно отменяется без медицинского наблюдения.

Центральная нервная система

Центральная нервная система (ЦНС) состоит из головного и спинного мозга. Мозг — чрезвычайно сложный орган для любого уровня изучения. Поэтому мы должны подойти к этой теме несколько тематически. Более подробно функции мозга описаны в подробном разделе.

Большая часть головного мозга состоит из **большого мозга**, который разделен на два полушария, которые часто называют **правым и левым полушариями**. Два полушария связаны множеством аксонов, вместе известных как **мозолистое тело**, что позволяет одному полушарию общаться с другим. Каждое полушарие характеризуется выпуклостями — **извилинами** и углублениями — **бороздами**. Мозг функционально разделен на доли, которые называются **лобными, теменными, затылочными и височными**. Эти области мозга и их роль в нашем поведении были изучены в ходе значительных исследований. Эти доли находятся как в правом, так и в левом полушарии, но вносят свой вклад в разные аспекты нашей личности и поведения. Эти модели поведения часто называют латерализацией мозга. Например, определенные области в левом полушарии больше предназначены для языковых навыков, в то время как правое полушарие может быть больше связано с музыкой или оценкой скорости и расстояния. Само собой разумеется, что это очень интересные области исследования, и они будут рассмотрены в некоторой степени позже.

Поверхность головного мозга — это **кора**, которая из-за внешнего вида обычно описывается как **серое вещество**. Серое вещество состоит из миллиардов нейронов с триллионами синаптических связей. Области мозга могут оценивать многие входящие сигналы через эту сеть и направлять тело на соответствующую реакцию.

Мозг может получать прямые сигналы (потенциалы действия) от 12 пар черепных нервов. Некоторые из этих черепных нервов классифицируются как

сенсорные, например зрительный нерв, который передает визуальные сигналы в мозг. Другие могут быть **моторными**, которые передают сигналы от мозга к различным областям тела. Другие черепные нервы смешанные, потому что они содержат как сенсорные, так и моторные аксоны. Черепные нервы имеют определенные названия и часто обозначаются римскими цифрами. Из двенадцати пар черепных нервов, **блуждающий нерв** (номер X) является наиболее важным для исследователей ПДО. Вы узнаете больше об этом нерве в подробном разделе.

В науке психофизиологии, у матери, родившей ПДО, префронтальная доля коры головного мозга считается центром наших **когнитивных навыков**. **Лимбическая система**, хотя технически и не является системой, представляет собой функциональную группу избирательных областей, которые направляют все входящие сигналы на **эмоциональные оценки**, такие как страх, гнев, удовольствие, чувство благополучия и т. д. Большая часть нашей личности является продуктом когнитивного и эмоционального выражения этих входящих сигналов. **Белое вещество** находится под корой серого вещества головного мозга. Белое вещество состоит из **миелинизированных аксонов**, названных так из-за внешнего вида. Напомним, “миелинизированный аксон” — это термин, передающий концепцию, согласно которой потенциалы действия передаются из одного места тела в другое посредством сальтаторной проводимости.

В основе мозга лежит **ствол мозга**, который состоит из нескольких подразделений. Наиболее важным из них является **продолговатый мозг**. Продолговатый мозг отвечает за координацию оттока потенциалов действия к большинству органов тела. Обследуемый ПДО регистрирует эту координирующую активность продолговатого мозга и блуждающего нерва во время проверки на полиграфе. Вегетативный отток из ствола головного мозга, который включает в себя продолговатый мозг, регулируется сигналами когнитивных и эмоциональных областей мозга.

Спинной мозг и периферическая нервная система

В дополнение к входным и выходным сигналам черепных нервов в мозг и из него, спинной мозг также обеспечивает основные входные и выходные сигналы. Спинной мозг содержит серое и белое вещество, которое описано далее в подробном разделе. Серое вещество в центральной части спинного мозга содержит сложную сеть синаптических связей. Белое вещество окружает серое вещество. Белое вещество далее делится на восходящие и нисходящие тракты аксонов. Восходящие пути передают в мозг для оценки потенциалы действия от различных органов тела. По нисходящим путям двигательный потенциал передается обратно к органам тела.

Спинной мозг сообщается с органами тела через 31 пару спинномозговых нервов, каждый из которых содержит сенсорные и моторные аксоны. Эта 31 пара нервов составляют периферическую нервную систему и будут описаны далее в подробном разделе. Вкратце, большинство аксонов спинномозговых нервов, около

95%, будут синапсами со скелетными мышцами и контролировать произвольные движения, называемые **соматической нервной системой (СНС)**. Оставшиеся аксоны образуют сложные пути, которые в конечном итоге синапсируют в мягких органах, кровеносных сосудах, железах и других областях, чтобы внести физиологические изменения в то время, когда окружающая среда или умственные мысли (познание) вызывают ощущение стресса или отдыха. Эта система является **вегетативной нервной системой** и представляет особый интерес для науки ПДО.

Автономная нервная система

Вегетативная нервная система (ВНС) состоит из **симпатического отдела** и **парасимпатического отдела**. Человек находится в непрерывном состоянии оценки сигналов окружающей среды, поступающих в мозг через глаза, уши, нос и кожу. Основываясь на опыте и знаниях, мозг оценивает данные сигнала и принимает соответствующие решения. Решения включают в себя объединение органов тела для наиболее подходящей реакции. Иногда это может быть ощущение опасности. В других случаях это может быть запах готовящейся пищи, который пробуждает чувство голода. Или, возможно, мозг ожидает, что вот-вот произойдет потенциально приятное или неприятное переживание, и поэтому ему необходимо координировать системы органов, чтобы реагировать на раздражитель. Подобно центральному правительству, работающему с местным правительством, мозг посредством ВНС может вносить соответствующие коррективы в органы и клеточные фабрики, чтобы соответствовать текущим ситуациям.

В годы становления лимбическая система эмоций является движущей силой для удовлетворения приятного стимула, такого как вид шоколадного печенья. Однако что, если до ужина осталось 10 минут, а мать говорит: «Не сейчас, подожди до ужина». Трехлетний ребенок начинает плакать, не понимая своей матери. В незрелом состоянии поведением управляет стимул удовольствия. Когда ребенок созревает, когнитивная часть мозга управляет лимбической системой и, надеюсь, лучше направляет поведение. ВНС заставляет системы органов реагировать соответствующим образом на основе когнитивно-эмоционального микса. Детали этого управления органами тела, особенно сердечно-сосудистой системой и активностью эккринных потовых желез, будут описаны в подробном разделе.

Зрелые люди распознают множество раздражителей окружающей среды, на которые мы соответствующим образом реагируем. Мы постоянно оцениваем ситуации от приятных к опасным, в результате чего активность органов соответственно увеличивается или уменьшается.

Симпатические нервные пути, берущие начало в стволе мозга, активируются, когда высшие центры мозга осознают необходимость повышенного осознания. Спинальный мозг обеспечивает основной выход из головного мозга через специализированную синаптическую соединительную систему, известную как **ганглии симпатической цепи**. После синаптической коммуникации

постсинаптические потенциалы действия передаются в соответствующие органы, которые лучше всего реагируют на обстоятельства окружающей среды, признанные мозгом. Эту сложную серию физиологических реакций часто называют «**сражайся или беги**». Дальнейшее обсуждение симпатических реакций можно увидеть в подробном разделе.

Парасимпатические нервные пути также могут активироваться более высокими областями мозга, когда мозг воспринимает окружающую среду как спокойную. Этот выход из головного мозга проходит через избирательные черепные нервы, в частности, через блуждающий нерв (черепной нерв X), и путь, выходящий из нижней части позвоночника. Дополнительная информация о парасимпатических реакциях доступна в детальном разделе.

В медицинской науке психофизиологии было широко изучено, что многие люди испытывают трудности с регулированием симпатического и парасимпатического баланса в постоянно меняющихся существующих условиях окружающей среды. Крайние случаи описываются как «маниакальная депрессия» или, чаще, «биполярное расстройство». Было разработано множество фармацевтических средств, которые помогают мозгу более правильно оценивать окружающую среду. Эта отрасль медицины оказала большую помощь людям с различными психическими аномалиями; тем не менее, серьезное злоупотребление этими препаратами вызывает все большую озабоченность у исследователя ПДО.

Давайте теперь исследуем те системы, регулируемые ВНС, которые предоставляют большую часть диагностической информации, связанной с ПДО.

V. ПОКРОВНАЯ СИСТЕМА

Покровный слой, который чаще называют кожей, обеспечивает множество преимуществ для общего функционирования организма. Его гистология (дизайн ткани) разделена на две основные области. Кожная оболочка состоит из **дермального (или дермы) и эпидермального (или эпидермиса)** слоев, а также гиподермы, которая содержит жировые клетки. Соединительная ткань прикрепляет кожную мембрану к нижележащим структурам. В целом кожа обеспечивает защиту от инфекций (называемых первой линией защиты), секрецию продуктов жизнедеятельности, терморегуляцию, повышенную хватательную способность, тактильное обнаружение изменений внешней среды (осязание), накопления липидов (жира) и синтез витамина D3.

В целях ПДО основное внимание будет уделяться кожной мембране и ее электрическим свойствам. Эпидермис состоит из четырех или пяти слоев клеток кожи, называемых кератиноцитами. Тело в основном покрыто четырьмя слоями тонкой кожи. Толстая кожа, покрывающая ладони рук и подошвы стоп, полностью безволосая. Эпидермис не имеет кровоснабжения — он «бессосудистый», в то время

как дерма сильно сосудистая и обладает высокой физиологической активностью. На этом этапе вы можете спросить, как эпидермис остается живым без кровоснабжения.

Самый глубокий слой эпидермиса — зародышевый слой (базальный слой), прилегающий к сосудистому слою дермы, из которого он получает средства жизнеобеспечения. По мере размножения клетки кожи отталкиваются от кровоснабжения и начинают умирать, на завершение этого процесса уходит несколько недель. По мере того, как прогресс продолжается, клетки развивают отличительные характеристики, которые дерматологическая наука классифицирует на идентифицируемые слои. Самый внешний слой, роговой, содержит несколько слоев мертвых клеток, которые защищают организм от инфекции. В то время как эти клетки непрерывно отслаиваются, они заменяются воспроизводимыми новыми клетками из зародышевого слоя, выталкивающего свое потомство. Передовая судебная медицина сосредоточила внимание на расслоении клеток рогового слоя, взятии образцов ДНК из этих клеток, проверке тех, кто мог быть на месте преступления.

Дерма, которую иногда называют «настоящей кожей» из-за фактического кровоснабжения, содержит волосяные фолликулы, а также многочисленные типы нервных окончаний, обеспечивающих тактильную информацию для мозга. Понимание функций потовых желез дермы, классифицируемых как **экринные потовые железы**, является наиболее важным для исследователя ПДО. Эти железы широко распространены по всему телу, но наиболее плотно заселены на ладонной поверхности рук и пальцев. См. схему в подробном разделе.

Большинство эккринных потовых желез выделяют жидкость, содержащую ионы хлорида натрия, мочевины, мочевую кислоту, аммиак и другие химические вещества. Хотя пот от этих желез не имеет явного запаха, бактерии, живущие на коже, могут питаться химическими отходами организма и создавать заметный запах. Благодаря легкому доступу к записи данных и научным свидетельствам когнитивного / эмоционального сочетания эккринных потовых желез, связанных с функцией мозга, они стали хорошим показателем в психофизиологических исследованиях и, следовательно, оценке ПДО.

Другой класс потовых желез, известных как **апокриновые потовые железы**, секретируют свое содержимое в стержни волос, расположенные в основном под мышками и в лобковых областях. Эти потовые железы содержат более сложную смесь секретов, но не становятся активными до полового созревания. Бактерии на поверхности кожи будут питаться этими выделениями с еще большей скоростью, чем эккринными выделениями. Сочетание уникальной химии своего тела с метаболизмом пота и бактерий создает индивидуальный аромат, который может распознать семейная собака, которая точно знает, кто есть кто в семье или в гостях. Многие бихевиористы считают, что функция апокринной железы может вызывать даже большую сигнальную ценность восприятия мозгом когнитивных и эмоциональных стимулов, чем функция эккринной железы. Однако из-за их местоположения эта гипотеза не получила широкого распространения.

Функция эккринных желез — терморегуляция — обеспечивается водной средой на поверхности кожи для охлаждающего эффекта испарения. Однако, потовые железы на ладонной поверхности кисти и пальцев улучшают хватку. В ПДО ведутся споры о том, где лучше записывать активность потовых желез. Использование гелевых подушечек на тенарной и гипотенарной области рук или электродов на кончиках пальцев — хорошее место для записи активности потовых желез. Если бы исследователь столкнулся с человеком без рук, подошвенная поверхность стопы также имела высокую плотность эккринных потовых желез.

Поскольку пот содержит электролиты (Na^+ и Cl^-) в водянистой смеси, поверхность кожи может стать хорошим проводником электричества, когда потовые железы станут более активными. В науке о ПДО увеличение электродермальной активности (EDA) дает хорошее значение сигнала о восприятии вопроса мозгом. Изменения проводимости (и сопротивления) кожи, наблюдаемые во время исследования ПДО, регулируются законом Ома ($I = V / R$). I представляет ток (силу тока), V представляет напряжение, а R — сопротивление. Закон Ома можно переписать как $R = V / I$, чтобы изолировать компонент сопротивления. Различные аспекты уравнения будут оцениваться в зависимости от конкретного производителя полиграфа. В большинстве психофизиологических лабораторий прибор поддерживает постоянное напряжение или ток. Когда потовые железы активируются, выделяются вода и NaCl . Это увеличивает проводимость (или снижает сопротивление) потока электричества между точками контакта электродов (кончики пальцев или поверхности ладони). Когда ток поддерживается постоянным, изменение сопротивления будет отражаться изменением, результатом которого будет увеличение напряжения. Когда напряжение поддерживается постоянным, изменение проводимости отражается изменением измеряемого тока. Обследование ПДО может быть оценкой стресса / когнитивных функций. Испытывает ли испытуемый большой стресс / больше познаний при ответах на релевантные вопросы или вопросы сравнения, поскольку они связаны с их целью пройти тест ПДО? По мере того, как выделяется больше пота, измеримое сопротивление снижается, что приводит к соответствующим изменениям напряжения и / или тока. Именно эти изменения вызывают подъем и продолжительность, наблюдаемые при трассировке EDA.

Большинство органов тела иннервируются двойственно, то есть регулируются путями симпатических нервов при усилении стресса или парасимпатическими нервными путями, когда стресс либо рассеивается, либо ощущается чувство покоя. Одним из наиболее широко секретируемых нейромедиаторов в синапсах симпатических путей органа-мишени является норэпинефрин (NE). Ацетилхолин (ACh) обычно выделяется парасимпатическими путями. Потовые железы в этом отношении необычны. Потовые железы нужно активировать только симпатической стимуляцией, и они просто вернутся в менее активное состояние, когда стимуляция уменьшится. Еще одно заметное отличие состоит в том, что ACh является нейромедиатором симпатического управления эккринными потовыми железами. Это исключение вызывает некоторое недоумение.

Обеспокоенность исследователей ПДО вызывает увеличение количества

прописываемых лекарственных препаратов, которые могут увеличивать или уменьшать высвобождение Асh в определенных органах. Например, в пищеварительной системе преобладает парасимпатический выброс Асh. Побочным эффектом этих лекарственных препаратов, классифицируемых как холинергические агонисты или холинергические антагонисты, является непреднамеренный эффект, который они могут оказывать на физиологию потовых желез. Напоминаем, что никогда не предлагайте тестируемому не принимать прописанные ему лекарства из-за предстоящего теста на полиграфе. В случае сомнений всегда обращайтесь за советом к специалисту в области здравоохранения. Никогда не вмешивайтесь в протокол медицинского обслуживания испытуемого.

VI. СЕРДЕЧНО-СОСУДИСТАЯ СИСТЕМА

Сердечно-сосудистую систему можно сравнить с транспортной системой внутри страны. Кровь — это средство, способное доставлять сырье (питательные вещества из пищеварительной системы) на фабрики (клетки), расположенные во многих местах (системах, органах и тканях). Как и в любой нации, (человеческое тело) существуют миллионы различных фабрик, производящих всевозможные продукты. Некоторые фабрики производят продукцию для местного потребления, а другие производят продукцию для использования в других местах. Как и в стране, не все одиннадцать систем организма одновременно работают с максимальной нагрузкой. Разнообразная инфраструктура страны может адаптироваться к меняющимся условиям окружающей среды в зависимости от представленных ситуаций. Человеческое тело тоже может вносить необходимые коррективы. Например, вы не обедаете (активируете пищеварительную систему), когда тренируетесь в тренажерном зале (активируете мышцы, сухожилия и связки).

Кровь

Хотя биохимия и физиология крови не были предметом исследования ПДО, краткое введение в ее состав и функции будет полезно для вашего понимания физиологии человека и физиологической активности, которая действительно играет непосредственную роль в оценке ПДО. Дальнейшее исследование крови практикующим специалистам в области ПДО не требуется.

Кровь состоит из двух основных компонентов: форменных элементов (различных клеток) и плазмы (молекулярно сложный водный состав). Состав компонентов крови может несколько отличаться в зависимости от роста, пола и физического состояния. В среднем у человека около 5 литров крови, состоящей примерно из 45% клеток и 55% плазмы. Приблизительно 99% клеток описываются как красные кровяные тельца (эритроциты), и менее 1% представляют собой смесь пяти различных видов лейкоцитов и тромбоцитов. Эритроциты содержат сложные молекулы, известные как гемоглобин, которые на свету имеют красный цвет.

Гемоглобин отвечает за транспортировку кислорода из легких в ткани. Он также переносит большую часть углекислого газа, вырабатываемого клеточным метаболизмом, в легкие, чтобы выбрасываться в воздух. Сочетание гемоглобина с кислородом придает крови ярко-красный цвет в артериях — сосудах, по которым кровь доставляется к тканям. Деоксигенированный гемоглобин имеет темно-красный цвет в венах — сосудах, по которым кровь возвращается из тканей. Существует давний миф о том, что кровь синего цвета и становится красной при попадании в воздух. Не верьте.

Ключевая концепция понимания крови заключается в том, что эритроциты забирают кислород из легких, доставляют его к клеткам и, возвращаясь, переносят углекислый газ из клеток в легкие. Лейкоциты несут ответственность за защиту организма от инфекций. Плазма доставляет питательные вещества и множество регуляторных молекул к клеткам и возвращает множество продуктов жизнедеятельности клеточного метаболизма в почки и печень, которые выводятся из организма.

Как упоминалось выше, не все системы всегда работают с максимальной производительностью. Поскольку мозг воспринимает угрожающие обстоятельства или необходимость разрешения стрессовой ситуации, необходимо произвести выборочную корректировку физиологии системы органов. Поскольку доставка кислорода и поддержка питательными веществами жизненно важны для систем, справляющихся со стрессом, важно понять, как это достигается при ПДО. Как уже было описано, хотя и кратко, кровь является средством доставки, но ее необходимо перекачивать таким образом, чтобы выборочно увеличивать доставку в зависимости от обстоятельств. Вот появляется сердце.

Сердце

Проще говоря, сердце — это насос. Однако его дизайн элегантен. Фактически, сердце имеет две насосные системы в одном органе. Правая часть сердца состоит из **правого предсердия** — приемной камеры для крови, возвращающейся из тканей, и **правого желудочка** — насосной камеры, отправляющей кровь в легкие, чтобы она могла выгружать углекислый газ и забирать кислород. В левую часть сердца поступает кровь, возвращающаяся из легких в **левое предсердие**, в то время как **левый желудочек** перекачивает кровь к системам органов тела. Почему есть две отдельные приемная и насосная камеры?

Короткий ответ заключается в том, что для перекачивания крови только через легкие требуется примерно треть давления, необходимого для перекачивания крови через другие системы тела. Конструкция легких состоит из очень тонких мембран с тонкими стенками, которые не выдерживают высокого давления, но мы вернемся к конструкции легких, когда перейдем к дыхательной системе.

Другие (не респираторные) системы организма, по их совокупной структуре,

требуют гораздо более высокого давления, чем то, которое создается в легких. Это необходимо для преодоления сопротивления тысяч миль кровеносных сосудов, составляющих сосудистую сеть **артерий, капилляров и вен** человеческого тела. Для работы этой циркуляционной системы требуются две отдельные приемные и насосные камеры, каждая с разными насосами, создающими давление. Осмотр мышечной стенки правого желудочка по сравнению со стенкой левого желудочка показывает, что левый желудочек имеет значительно большую мышечную массу, чем правый желудочек. Опять же, это потому, что он должен создавать силу давления, значительно большую, чем правый желудочек.

Полезно изучить структуру сосудов артерий и вен, чтобы получить представление о карте кровеносных сосудов. Начиная с правого сердечного насоса, обратите внимание на **верхнюю полую вену**, вену большого кровеносного сосуда, по которой кровь от головы, плеч и рук возвращается в правое предсердие. Самый крупный кровеносный сосуд (по диаметру) в теле — **нижняя полая вена**. Он возвращает кровь из ног, живота и груди. Кровь из правого предсердия доставляется в правый желудочек и перекачивается через легочный ствол, который разветвляется на **левую и правую легочные артерии**, ведущие к легким. Левый сердечный насос получает кровь из каждого легкого в левое предсердие по левой и правой легочным венам. Кровь из левого предсердия поступает в левый желудочек и перекачивается в **восходящую аорту** для распределения по органам тела. Подробнее о распределении системного кровотока позже.

Легко понимаемый закон физики может быть применен к циклу откачки сердца. Если объем камеры уменьшается, давление (которое является силой на единицу площади) в камере увеличивается, и наоборот. Эта концепция первоначально применялась к газам и широко известна как закон Бойля. Поскольку давление в желудочках колеблется между фазой сокращения и фазой расслабления, необходимо использовать клапанную систему, чтобы гарантировать, что кровь будет течь только в одном (прямом) направлении. **Трехстворчатый клапан**, расположенный между правым предсердием и правым желудочком, принудительно закрывается, когда желудочек сокращается, заставляя кровь поступать в легочную артерию по направлению к легким. Иногда его называют правым атриовентрикулярным клапаном. Когда желудочек сокращается, что позволяет крови идти назад в предсердие, створки клапана закрепляются сухожильными хордами, прикрепленными к внутренней стенке желудочка (см. диаграмму). Это предотвращает полное захлопывание этих клапанов в предсердие. Когда сокращается правый желудочек, сокращается и левый желудочек. Аналогичная конструкция клапана существует между левым желудочком и левым предсердием (левый АВ-клапан). Поскольку давление на этой стороне сердца примерно в три раза больше, двухстворчатая конструкция **двухстворчатого клапана** более эффективна. Этот клапан часто называют **митральным клапаном** в клинических условиях, потому что, как говорят, он похож на митру или шляпу епископа. Когда давление в левом желудочке увеличивается, кровь закачивается в восходящую аорту для распределения по системам органов.

После сокращения желудочков они должны расслабиться. При расслаблении объем желудочков увеличивается, в результате чего давление падает. Это может всасывать (возвращать) кровь, которую каждый желудочек откачал во время предыдущего цикла. Однако всасывающие силы расслабляющих желудочков фактически предотвращают это из-за клапана с тремя створчатыми бугорками в его конструкции. Эти клапаны, из-за своего внешнего вида называются легочными и аортальными **полулунными клапанами**. Во время сердечного цикла, когда желудочки колеблются между сокращением и расслаблением, створчатые клапаны закрываются, затем открываются, затем закрываются и открываются полулунные клапаны. Закрытие клапанов вызывает характерные звуки, которые можно обнаружить с помощью стетоскопа. Закрытие створок клапана обычно описывается как первый звук (систолический) или **лабб**. Закрытие полулунных клапанов описывается как второй звук (диастолический) или **дупп**. Эти звуки возникают из-за отражения крови от клапанов.

Когда возникает первый звук, левый желудочек качает кровь по системным артериям, вызывая повышение давления, называемое **систолическим давлением** или **систолой**. Одновременно правый желудочек перекачивает кровь в легкие. Когда желудочки расслабляются, системное артериальное давление падает, это называется **диастолическим давлением** или **диастолой**. Обратите внимание на отсутствие клапанов между венозной кровью, возвращающейся в правое и левое предсердие (см. диаграмму сердца). Поскольку желудочки являются «рабочими лошадками», когда они находятся в диастолической фазе сердечного цикла, около 80% крови, возвращающейся в сердце, всасывается через предсердия в желудочки. Когда тонкостенные правое и левое предсердия сокращаются, оставшиеся 20% крови перекачиваются в желудочки, присоединяясь к крови, которую желудочки втягивают во время расслабляющей фазы сердечного цикла.

Когда у человека уменьшается сокращение желудочков, фаза отскока уменьшается, так же как резиновый мяч, осторожно брошенный о стену, мягко отскакивает назад по сравнению с мячом, сильно брошенным о стену. Когда правый желудочек ослабевает, часто обнаруживаются опухшие лодыжки (отек), потому что кровь и тканевые жидкости не отводятся эффективно ослабленным правым желудочком. Когда левый желудочек ослабевает, в легких накапливается жидкость, что часто приводит к пневмонии и другим респираторным заболеваниям.

Сердечный цикл регулируется как **внутренней проводящей системой**, так и **внешней проводящей системой сердца**. Обе эти системы управления будут описаны в подробном разделе. Вкратце, когда когнитивная и эмоциональная оценка мозгом стимула окружающей среды является провокационной, возникает симпатический путь, высвобождающий нейротрансмиттер — норэпинефрин (**NE**) во внутреннюю проводящую систему сердца, и возникает парасимпатический путь, снижающий выброс ацетилхолина (**Ach**) в сердце. Это похоже на одновременное нажатие на педаль газа и отпускание тормоза. Синергетический эффект на сердце более эффективен, чем любой другой эффект по отдельности. Эта реакция увеличивает сердечно-сосудистую динамику. И наоборот, когда мозг воспринимает окружающую

среду как спокойную, блуждающий нерв с высвобождением ацетилхолина доминирует над расслабляющей сердечно-сосудистой динамикой.

Как и на всех хорошо управляемых промышленных предприятиях, обратная связь от рабочих или мастера на работе будет приветствоваться в штаб-квартире. Информация об обратной связи в сердечно-сосудистой системе поступает из двух основных областей, отражающих артериальное давление и химический состав крови. Изучив карту кровеносных сосудов, обратите внимание на восходящую аорту, выходящую из левого желудочка. Она резко изгибается (дуга аорты), затем спускается в грудную клетку и брюшную полость, многократно разветвляясь. В верхней части дуги аорты возникают три основные артерии: **брахиоцефальная, левая общая сонная артерия** и **левая подключичная артерия**. Первая артерия, брахиоцефальная, делится на правую общую сонную артерию и правую подключичную артерию. Вторая ветвь — это левая общая сонная артерия, а третья ветвь — левая подключичная артерия. Сонные артерии — это основные сосуды, по которым кровь поступает в мозг. Каждая сонная артерия разветвляется на внутреннюю и внешнюю сонную артерию. **Каротидный синус** — это место, где внутренние сонные артерии начинают небольшое расширение артерии. В стенках каротидного синуса и дуги аорты имеется множество специализированных рецепторов нервных клеток. Рецепторы обнаруживают изменения артериального давления и химического состава крови. Потенциалы действия передаются через черепные нервы IX и X в ствол головного мозга и другие области мозга в зависимости от того, что эти клетки обнаруживают. Затем частота сердечных сокращений и сила каждого сердечного цикла регулируются через ВНС для удовлетворения потребностей организма в кровотоке.

Сфигмоманометр

Артериальное давление обычно оценивается в рамках медицинского обследования. Артериальное давление измеряется путем надевания резинового пузыря на руку. Пузырь, подключенный к манометру, накачивается воздухом до тех пор, пока давление не станет достаточно большим, чтобы преодолеть сократительную силу левого желудочка. Техник или врач при помощи стетоскопа прислушиваются к звуку текущей крови под манжетой. Когда звук не обнаруживается, давление в манжете больше, чем левый желудочек может преодолеть. Далее воздух медленно выходит из манжеты. Первый звук в стетоскопе указывает на то, что кровь проходит через артерию, но все еще частично ограничена давлением в манжете. Давление в желудочке, создаваемое сокращающимся желудочком, которое вызывает кровоток, превышает давление в манжете и называется систолическим давлением. У многих людей это давление может составлять около 120 мм рт. Воздух продолжает выходить из манжеты до тех пор, пока не перестанет быть слышен звук, указывающий на то, что манжета больше не оказывает сопротивления кровотоку. Это называется диастолическим давлением, которое может составлять около 80 мм рт. Артериальное давление может иметь широкий диапазон значений в зависимости от возраста и многих других факторов. Если слишком сильно, врач может заявить, что артериальное давление ненормальное, и назначить лекарство.

В науке о ПДО, вариации частоты сердечных сокращений, относительного кровяного давления и пульсового давления (разница между систолическим и диастолическим давлением) могут иметь диагностическое значение при расчете вероятности обмана. Сфигмоманометр (далее именуемый манжетой для измерения кровяного давления), используемый в ПДО, закрепляется на руке почти на пять минут во время записи одной диаграммы. Это может стать очень неудобным и даже вызвать искажение физиологических записей, если давление поддерживалось между систолическим и диастолическим давлением. Регулируя давление в манжете ниже диастолического до примерно 60 мм рт.ст., сердечные циклы и другую динамику давления можно по-прежнему регистрировать с помощью инструмента усиления, поскольку артерия под манжетой пульсирует относительно тканей руки с каждым сердечным циклом. Было бы полезно наблюдать за кровеносными сосудами руки по схемам. Обратите особое внимание на плечевую артерию, потому что это кровеносный сосуд, за которым следит кардио-манжета.

VII. ДЫХАТЕЛЬНАЯ СИСТЕМА

Дыхательная система предназначена для экстраполяции кислорода из атмосферы и возврата углекислого газа в атмосферу. Дыхательная система подвергается воздействию окружающей среды и подвержена заражению патогенными заболеваниями, передающимися по воздуху, в процессе выполнения этих функций. Система должна быть адаптивной и уметь развивать защитные механизмы для предотвращения инфекционных заболеваний или, по крайней мере, минимизировать действие этих потенциальных патогенов.

Дыхательная система, выдыхая воздух через гортань (голосовой ящик), может издавать звуки для речи, пения и даже более громкие звуки, чтобы сигнализировать об опасности или призвать на помощь других. Носовая часть дыхательной системы улавливает обонятельные стимулы (обоняние), которые предупреждают нас о пище и ее вкусе, а также сигнализируют об опасности, такой как дым или удовольствие от приятных ароматов. Обоняние также является стимулом для памяти.

Дыхательная система даже участвует в регуляции артериального давления. В легких активируется определенный гормон, который может повысить кровяное давление. Артериальное давление также изменяется простой механикой дыхания. Регулярная динамика вдоха снижает давление в грудной клетке, что способствует расширению полых вен, что снижает сопротивление и, таким образом, помогает всасывать кровь обратно к сердцу, повышая кровяное давление. Кроме того, во время вдоха сердце бьется быстрее, что приводит к аритмии дыхательного синуса. Учащенное сердцебиение похоже на более быстрый насос и может привести к повышению артериального давления.

Во время физических упражнений частота дыхания увеличивается. Как

следствие, кровяное давление повышается, потому что больше крови возвращается к сердцу с большей скоростью. Помимо этого респираторного насоса, между мышцами расположено множество вен. Эти вены сжимаются во время упражнений, что помогает перекачивать кровь обратно к сердцу (мышечный насос). Возможно, легче представить себе, что упражнения создают комбинированный эффект двух дополнительных «насосов», которые становятся «лучшими друзьями сердца».

После длительных периодов бездействия, например, сидения за компьютерным столом или вождения автомобиля в течение длительного периода времени, артериальное давление начинает падать, и человек может начать зевать. Зевота усиливает дыхательный насос, притягивая больше крови к сердцу, повышая кровяное давление, по крайней мере, на короткое время. Подумайте о том, чтобы просыпаться утром. После ночного сна вам нужно повысить артериальное давление, чтобы встать вертикально и начать двигаться. Как этого добиться? Вы начинаете зевать и потягиваться, чтобы активировать дыхательную и мышечную помпы, еще в постели, чтобы поднять кровяное давление. Если вы встанете с постели слишком быстро, вы можете споткнуться или упасть, потому что ваше кровяное давление слишком низкое из-за того, что вы спали всю ночь. Эта концепция притяжения крови к сердцу для повышения кровяного давления путем зевания и потягивания известна как **Закон Франка-Старлинга**. В определенных пределах концепция гласит, что чем больше крови вернется в сердце, тем больше будет откачено. Увеличение вдоха и увеличение мышечных движений увеличивают **ударный объем крови (объем выброса)**.

При ПДО вызывает беспокойство то, что динамика дыхания находится под соматическим контролем, и ее можно контролировать и изменять. Умелое регулирование дыхательных циклов, то есть применение **контрмер**, может иметь пагубные последствия для сердечно-сосудистой системы, а также для ЭДА во время исследования ПДО. Если вы опытный исследователь, вы заметили, что когда субъект делает глубокий вдох, намеренно или иначе, другие записанные каналы на полиграфе становятся загрязненными, что снижает или устраняет их диагностическую ценность.

Анатомия Вентиляции

Легочная вентиляция (дыхание) начинается, когда воздух попадает в тело через ноздри (ноздри), затем носовой проход и попадает в глотку. Глотка является общей с ротовой полостью (ртом), которая направляет пищу в пищевод, а воздух направляется в **гортань** (голосовой ящик), а затем в **трахею**. Эта дихотомия разработана таким образом, что вдыхание воздуха и глотание пищи или жидкости не может происходить одновременно, то есть мы не можем глотать и дышать одновременно. Дыхательные пути защищены от попадания пищи или жидкости с помощью хрящевой лоскутной структуры, называемой надгортанником. Надгортанник давит на отверстие (голосовую щель) гортани при глотании.

Трахея делится на левый и правый **бронхи**, которые продолжают ветвиться как дерево, пока ветви не станут микроскопическими (бронхиолами) и не превратятся в

миллионы тонкостенных воздушных мешочков, называемых **альвеолами**. Микроскопические альвеолы разделены на два органа: правое и левое легкое. Альвеолы окружены кровеносными капиллярами, предназначенными для приема кислорода из воздуха и возврата углекислого газа в воздух. Физиологию этого газообмена можно подробно изучить в учебниках или в *подробном разделе* этого руководства, если вы заинтересованы в более глубоком понимании процесса вентиляции.

При обсуждении дыхания наиболее важным для исследователя ПДО является осознание того, что газы, обмениваемые в легких, необходимы для поддержания метаболических потребностей всего тела. Обмен кислорода и углекислого газа, как и все другие движения молекул, регулируется законами физики. А именно, газы перемещаются из областей с высокой концентрацией в области с низкой концентрацией.

Когда организм находится в состоянии стресса, например, во время упражнений или при восприятии угрожающих обстоятельств, вегетативная нервная система (ВНС) будет стимулировать дыхательные пути, особенно трахею, бронхи и бронхиолы. Это действие расширяет дыхательные пути, уменьшая сопротивление воздушного потока, позволяя воздуху легче проходить через зону проводимости между атмосферой и альвеолами легких.

В типичном сложном или интенсивном спортивном мероприятии происходит как расширение дыхательных путей вегетативной нервной системой, так и увеличение динамики вентиляции (частоты дыхания), контролируемой соматической нервной системой, что типично для реакции борьбы или бегства.

Однако в ПДО присутствуют самые необычные обстоятельства, особенно для субъекта, пытающегося обмануть. Всем испытуемым на полиграфе рекомендуется не двигаться во время предъявления серии вопросов, чтобы избежать искажения записей на полиграфе. Фактически, физиологическая потребность в кислороде удовлетворяется вегетативной стимуляцией — расширением дыхательных путей для тела, **не находящегося в движении**. Следовательно, вентиляционная динамика дыхательных циклов снижается. Обычно амплитуда каждого дыхательного цикла уменьшается, а дыхательные циклы сокращаются, когда испытуемый воспринимает вопрос, более сложный для его цели по прохождению теста, чем другой вопрос. Эти дыхательные динамические паттерны регистрируются датчиками вентиляции. Если бы образец длины волны был расположен по прямой линии по сравнению с менее опасным вопросом, можно было бы заметить, что **длина дыхательной линии (или экскурсия дыхательной линии)** часто была бы короче, когда задается более сложный вопрос.

Динамика Вентиляции (Дыхание)

В среднем во время отдыха или расслабления человек вдыхает и выдыхает

примерно 12-14 раз в минуту, что называется спокойным дыханием или эйпноэ. Диафрагмальная мышца, отделяющая грудную (торакальную) полость от брюшной (абдоминальной), сокращается, увеличивая грудную полость. В то время как диафрагма сокращается, внешние межреберные мышцы между ребрами тянут грудную клетку вверх и наружу, способствуя расширению грудной клетки.

Между легкими и грудной стенкой находится двухслойная мембрана — париетальная и висцеральная плевры. Между закрытыми слоями находится щелевидное пространство со средним давлением примерно на -4 мм рт.ст. ниже атмосферного. Это отрицательное давление действует как всасывание, удерживая легкие у боковой стенки грудной клетки. Во время вдоха легкие вытягиваются наружу вместе с расширяющейся грудной полостью. Как следствие, по мере расширения легких внутрилегочное давление в дыхательных путях и альвеолах также снижается примерно на 1 мм рт. Во время выдоха грудная стенка пассивно возвращается в состояние покоя, а диафрагма расслабляется. Эта фаза спокойного дыхания вытесняет воздух из легких.

Для среднего человека количество воздуха, обмениваемого за один вдох, составляет около 500 мл, что называется **дыхательным объемом**. Во время напряженного дыхания (гиперпноэ) другие группы мышц и мышцы под внешними межреберными мышцами, внутренними межреберными мышцами, активно тянут грудную клетку вниз, поэтому частота дыхательного цикла может увеличиваться, чтобы удовлетворить потребность сокращающихся мышц в кислороде. Этот увеличенный дыхательный цикл вряд ли будет замечен во время обследования ПДО.

Регулирование Дыхательных Циклов

Центры ритмики дыхания расположены в основном в продолговатом мозге ствола головного мозга. Эти центры могут модулироваться областями над мозговым веществом, такими как центры в Варолиевом мосту. Они также могут модулироваться когнитивными и эмоциональными областями мозга. Вы можете вспомнить, что дыхательная система также участвует в создании голосовых звуков речи, громких звуков эмоций, пения и т. д. Таким образом, дыхательные центры можно произвольно настраивать в соответствии с этими желаниями, но при этом необходимо иметь общий контроль дыхательных циклов для газообмена, для удовлетворения метаболических потребностей. Некоторые испытуемые, как вы возможно заметили, будут управлять своим дыхательным циклом. Изменение ритмических паттернов может повлиять на физиологию сердечно-сосудистой системы. Эти факторы очень беспокоят специалиста по ПДО.

Химические изменения в крови, такие как уровни кислорода, углекислого газа и кислоты, влияют на характеристики дыхательных циклов. Самый важный дыхательный центр в мозговом веществе — это дорсальная респираторная группа (DRG). Когда определенные химические вещества крови изменяются, DRG посылает в спинной мозг потенциалы действия. Это соединяется с проводящими путями,

выходящими из спинного мозга в шейных областях С3, С4 и С5, образуя **диафрагмальные нервы**, которые иннервируют диафрагму. Другие пути выходят из спинного мозга в грудном отделе, чтобы иннервировать межреберные мышцы. Эти пути ведут к фазе вдоха дыхания. Специальные нервные клетки и эластичные волокна сигнализируют мозгу о том, что легкие достаточно растянулись, останавливая вдох и позволяя произойти выдоху (**рефлекс Геринга-Брейера**).

Есть много других факторов, которые влияют на то, как дыхательная система выполняет свои функции, но физиологические детали выходят за рамки этого руководства. При желании они могут быть исследованы дополнительно, наряду со многими другими физиологическими действиями систем органов.

Как упоминалось ранее, авторы понимают, что биологические знания большинства экзаменаторов ПДО ограничены выбором карьеры, сделанным до принятия решения о работе в этой области. При этом мы надеемся, что каждый сможет оценить необходимость понимания физиологической основы, которую мы изложили, хотя и в ограниченной степени, так что вы будете хорошо понимать, как человеческое тело реагирует на настройку ПДО.

КОНЕЦ ПРЕВОЙ ЧАСТИ

ПОДРОБНЫЙ РАЗДЕЛ ОБЗОРА ФИЗИОЛОГИИ ДЛЯ НЕПРЕРЫВНЫХ ИЗУЧАТЕЛЕЙ НАУКИ ПДО

(Часть 2)

Марк Хэндлер и Джоэл Райхертер

I. ВСТУПЛЕНИЕ

См. Введение.

II. ФИЗИОЛОГИЧЕСКИЕ И ХИМИЧЕСКИЕ ИСТОКИ

A. Химический уровень организации

1. Базисная структура атома. Структура атома состоит из ядра, которое содержит протоны и нейтроны, тесно связанные вместе. Протоны имеют положительный электрический заряд, нейтроны нейтральны. Протоны и нейтроны имеют примерно одинаковую массу, которая обозначается как одна атомная единица массы. Каждый протон и каждый нейтрон составляют одну атомную единицу массы. Электроны имеют отрицательный электрический заряд и малы по сравнению с протонами или нейтронами. Электроны имеют примерно 1/2000 массы протона или нейтрона и обычно обозначаются как нулевые атомные единицы массы;

2. Ионы важны для передачи сигналов клетками. Ион — это атом с положительным или отрицательным электрическим зарядом. Кальций (Ca^{++}), калий (K^{+}), хлор (Cl^{-}) и натрий (Na^{+}) участвуют в проведении нервных импульсов. Поток ионов через мембрану проводит нервный импульс;

3. Молекула. Когда два или более атома химически соединяются, они образуют молекулу. Молекулы могут состоять из двух или более одинаковых атомов (водорода или H_2), или они могут образовывать соединения, которые представляют собой молекулы из разных атомов (H_2O или воды).

III. ОРГАНИЗАЦИЯ ТЕЛА ЧЕЛОВЕКА (клетки-ткани-органы-системы-организм)

A. КЛЕТКИ

1. Клетка — основная структурная и функциональная единица живого организма;

2. Есть три основных области человеческих клеток и их функций:

а) *Ядро* находится недалеко от центра клетки и управляет деятельностью клетки через построение ДНК;

б) Клетка или плазматическая *мембрана* отделяет клетку от ее внутренней среды водной смесью ионов и питательных веществ, часто называемой внеклеточной или интерстициальной жидкостью. Мембрана служит регулятором того, какие вещества попадут в клетку и какие будут выводиться. Многие специализированные клетки имеют уникальные молекулы, известные как рецепторы, которые регулируют движение определенных ионов в клетку или из нее. В результате этого регулирования клетки могут иметь больше положительных ионов на внешней стороне клеточной мембраны, что создает разницу зарядов между внешней и внутренней частью клетки. Это известно как потенциал покоя. Специализированные клетки нервной и мышечной систем могут использовать потенциал покоя для проведения импульсов или потенциалов действия. Эти сигналы отправляются в системы органов, управляя определенной физиологической активностью;

в) *Цитоплазма* — это заполненная жидкостью область между ядром и плазматической мембраной. Она содержит множество небольших структур, называемых органеллами, которые, по сути, являются механизмами, выполняющими специализированную деятельность клетки.

3. Плазматическая (или клеточная) мембрана разделяет клетку на две области:

а) Внутриклеточную;

б) Внеклеточную.

4. *Межклеточная жидкость* — это внеклеточная жидкость, которая омывает наши клетки. Она выводится из нашей крови и содержит множество веществ, необходимых для метаболизма. Клетки извлекают из этой жидкости необходимые им питательные вещества посредством процесса, известного как избирательная проницаемость. Процесс избирательной проницаемости позволяет необходимым питательным веществам проникать в клетку, не допуская при этом нежелательного материала;

5. *Диффузия* через клеточную мембрану происходит тогда, когда ионы и молекулы рассеиваются, для того чтобы уравнивать их концентрацию в окружающей среде. Ионы и молекулы имеют тенденцию переходить от более высоких концентраций к более низким. Этот процесс называется диффузией градиентов концентрации;

- а) *Простая диффузия* — это одна из двух основных диффузий, которая происходит, когда вещества могут пересекать клеточную мембрану без использования канала. Это происходит с кислородом и углекислым газом. Концентрация кислорода в крови всегда выше, чем в клетке ткани, поэтому кислород постоянно проникает в клетку, диффундируя по градиенту концентрации. Углекислый газ (CO₂) — один из «отходов», производимых клетками, и его концентрация внутри клетки выше, чем снаружи. CO₂ диффундирует по градиенту концентрации в процессе простой диффузии.
- б) *Облегченная диффузия* — вторая основная диффузия. Она включает в себя перемещение веществ через мембрану, которые либо слишком велики, чтобы проходить через них пассивно, либо являются липидофобными (то есть они нерастворимы в липидном двуслойе, или бислойе, образующем клеточную мембрану). Облегченная диффузия использует белки, которые создают проходы или поры через мембрану.
- в) *Осмоз* — это особый вид диффузии. Осмос — это чистое движение жидкости (обычно воды) через избирательно проницаемую мембрану, когда есть разница в концентрации растворенных веществ с обеих сторон мембраны. Жидкость управляется разницей в концентрациях растворенных веществ на двух сторонах мембраны. Селективно проницаемая мембрана — это мембрана, которая позволяет беспрепятственно проходить воде, но не молекулам или ионам растворенных веществ, поэтому только вода перемещается с одной стороны на другую.

Различные концентрации растворенных веществ приводят к разным концентрациям «свободных» молекул воды на каждой стороне полупроницаемой мембраны. На стороне мембраны с более высокой концентрацией свободной воды (то есть с более низкой концентрацией растворенного вещества) больше молекул воды доступно, чтобы отскочить и поразить поры в мембране. Более сильное воздействие на мембрану приводит к тому, что через поры проходит большее количество молекул, что, в свою очередь, приводит к чистой диффузии (перемещению) свободной воды из отсека с высокой концентрацией свободной воды в отсек с низкой концентрацией свободной воды.

6. *Активный транспорт* — важный процесс для клеточных мембран. Иногда вещества не могут пассивно проходить через клеточную мембрану. Это может быть связано с размером, зарядом или тем, что они не могут растворяться через билипидные (жировые) слои материала, составляющие клеточные стенки. Активный транспорт использует белки, называемые *транспортными системами*, чтобы перемещать ионы «вверх» против градиента их концентрации. Одна очень важная транспортная система — натрий-калий (Na⁺ — K⁺), которая помогает поддерживать нужную их концентрацию во внутриклеточной и внеклеточной областях. Градиенты

концентрации натрия и калия необходимы для правильного функционирования наших мышечных и нервных клеток;

7. *Везикулярный транспорт* — это процесс, при котором крупные частицы и молекулы могут переноситься через клеточные мембраны внутри небольших мешочков, называемых везикулами. Этот процесс называется экзоцитозом. Один из способов связи клеток друг с другом — высвобождение химических веществ, называемых нейротрансмиттерами. Маленькие мешочки прикрепляются к внутренней части мембраны, сливаются с ней и высвобождают нейромедиатор, чтобы он мог контактировать с соседней клеткой. Мешочки реабсорбируются клеткой и перерабатываются для повторного использования;

8. *Мембранный потенциал* или напряжение — это количество электрической потенциальной энергии на мембране. В клетках, плазматическая мембрана разделяет противоположно заряженные частицы. Если на одной стороне (например, снаружи клеточной мембраны) собрано больше положительно, чем отрицательно заряженных частиц, разница приводит к *мембранному потенциалу*, как в батарее. Если появится путь для протекания заряженных частиц, возникнет ток. Считается, что все клетки поляризованы, потому что они создают мембранный потенциал, при этом внутренняя часть клеточной мембраны заряжена более отрицательно, чем внешняя часть мембраны. Клетки используют этот мембранный потенциал для связи, открывая каналы, позволяющие току течь внутрь или из клетки. Об этом мы поговорим позже в разделе о нервной системе;

9. *Химическая сигнализация* — это основной способ связи клеток нервной системы и гормонов эндокринной системы с помощью нейротрансмиттеров. Разные клетки по-разному реагируют на один и тот же нейромедиатор или гормон. Некоторые транзиттеры могут увеличивать активность одной клетки и снижать активность другой. Конечный результат зависит от принимающей целевой клетки.

В. ТКАНИ

1. *Ткань* — группы похожих клеток, которые объединяются для выполнения связанной функции, называются тканями. Есть четыре типа первичной ткани, из которой состоит тело: эпителиальная, соединительная, мышечная и нервная;

2. *Эпителий* — образует границы между различными средами организма. Эпителий обеспечивает защиту, абсорбцию, фильтрацию, выведение, секрецию и сенсорные пути;

3. *Соединительная ткань* — «соединяет» части тела. Функции соединительной ткани включают поддержку, хранение и защиту тела. Кожа, кости, связки и хрящи — все это примеры соединительной ткани;

4. *Мышечная ткань* — обладает уникальной способностью сокращаться. Три

типа мышечной ткани: скелетная, сердечная и гладкая. Гладкие мышцы находятся в стенках полых органов, таких как наши кровеносные сосуды и желудок. Их называют гладкими, потому что на них нет полос. Гладкие мышцы могут сокращаться (сжиматься) или расширяться (увеличиваться) и могут использоваться для регулирования движения веществ. Гладкие мышцы принимают активное участие в регулировании кровяного давления.

С. ОРГАНЫ И СИСТЕМЫ ОРГАНОВ

1. *Орган* — состоящая из разных типов тканей дискретная структура, которая выполняет определенную функцию;

2. *Система органов* — состоят из органов, работающих вместе для достижения общей цели. В организме человека 11 систем органов. Это сердечно-сосудистая, дыхательная, нервная, покровная, мышечная, скелетная, пищеварительная, эндокринная, лимфатическая, мочевыделительная и репродуктивная системы;

3. В ПДО мы в первую очередь озабочены респираторной, сердечно-сосудистой, нервной и покровной системами. Эти системы вносят свой вклад в физиологические измерения, которые мы собираем во время исследований ПДО. Базовое понимание физиологических свойств, лежащих в основе измерений, необходимо для надежной фундаментальной базы знаний:

- a) Дыхательная система — движение воздуха через носовую полость, глотку, гортань, трахею, бронх, легкие. Эта система удаляет углекислый газ и постоянно снабжает кровь кислородом;
- b) Сердечно-сосудистая система (сердце, сосуды). Сердце перекачивает нашу кровь, а наши кровеносные сосуды транспортируют ее по телу ко всем клеткам. Кровь переносит кислород, углекислый газ, питательные вещества, отходы и многое другое по всему телу;
- c) Нервная система (головной, спинной мозг, нервы) — система управления телом. Он реагирует на внутренние и внешние изменения, активирует мышцы и железы;
- d) Покровная система (кожа, волосы, ногти) — образует внешнюю оболочку тела и защищает более глубокие ткани от травм. Она содержит кожные рецепторы, потовые и сальные железы, а также синтезирует (вырабатывает) витамин D.

D. ОРГАНИЗМ

1. *Организм*, живой организм (животное или растение) — представляет собой

совокупность всех систем органов, работающих вместе.

Е. ГОМЕОСТАЗ И АЛЛОСТАЗ

1. *Гомеостаз* — термин, используемый в научном сообществе для описания поддержания внутренней жизнеспособности организмов. Слово «гомеостаз» происходит от греческого «гомео», что означает «одинаковый, подобный», а «стазис» означает «стабильный»; таким образом, «оставаться стабильным, оставаясь прежним». Американский физиолог Уолтер Кэннон ввел термин «гомеостаз» для обозначения процессов, посредством которых поддерживается большинство устойчивых состояний организма. Он используется для описания поддержания внутренних параметров в относительно узком окне. Гомеостаз поддерживается за счет «интегрированных» действий многочисленных систем организма. Например, в крови должно присутствовать достаточное количество питательных веществ, а сердечно-сосудистая система должна функционировать должным образом, чтобы обеспечить этими питательными веществами все клетки организма. Отходы, такие как CO₂, не должны накапливаться в клетках, и должны постоянно удаляться. У здорового человека внутренняя температура поддерживается в относительно узком диапазоне, несмотря на меняющийся климат;

2. *Гомеостатический механизм действия.* Гомеостатические рефлексы приспособляются к поддержанию постоянного заданного значения или уровня, подобно домашнему термостату. Гомеостаз включает в себя цикл отрицательной обратной связи, потому что он ждет, чтобы что-то произошло, прежде чем действовать. Концепция обратной связи включает в себя центральный модуль управления, который получает входные данные о состоянии, обрабатывает их, а затем отправляет выходной сигнал для поддержания заданного значения. Центр управления в системе отрицательной обратной связи отправляет поправку на обратное изменение заданного значения для поддержания постоянного или фиксированного состояния. Системы положительной обратной связи по управлению, усиливают уже имеющийся стимул. Классическая модель управления гомеостазом с обратной связью в психофизиологии описывает компенсаторные реакции для восстановления обнаруженного дисбаланса, а не для улучшения того, что уже есть, и поэтому считается отрицательной. Гомеостаз описывает регулирование тела до баланса, посредством настройки одной точки, такой как артериальное давление, уровень кислорода в крови, глюкоза в крови или pH крови. Барорецепторный рефлекс кровяного давления — это классическая прототипная гомеостатическая система, входы, выходы и элементы управления которой хорошо описаны. Но заданные значения артериального давления могут изменяться и меняются в зависимости от обстоятельств. Кроме того, артериальное давление можно изменить разными способами, не обязательно с помощью одной простой системы отрицательной обратной связи;

3. *Аллостаз* — процесс достижения стабильности или гомеостаза посредством физиологических или поведенческих изменений. Этот термин происходит от

греческого: “allo” означает «изменение», а “stasis” означает «стабильный». То есть некоторые изменения необходимы для поддержания стабильности или жизнеспособности. Предполагается, что эти изменения направлены на обеспечение общей жизнеспособности организма. Аллостаз охватывает как поведенческие, так и физиологические процессы, направленные на поддержание адаптивных состояний внутренней среды. Один из распространенных примеров — постоянно меняющееся относительное кровяное давление у человека в течение дня. Исследователи обнаружили, что среднее артериальное кровяное давление будет колебаться в зависимости от требований или в ожидании требований;

4. *Аллостаз как упреждающий регуляторный процесс.* Аллостатическая модель признает, что организм может использовать предшествующую информацию для прогнозирования спроса и упреждающей корректировки до того, как спрос станет необходим. Кэннон понял, что тело может реагировать в ожидании беспокойства или волнения. Например, артериальное давление обычно немного повышается в моменты непосредственно перед тем, как человек встал после того, как сидел или расслабился. Упреждающее повышение артериального давления является адаптивным и служит для предотвращения головокружения, предотвращая гравитационное притяжение крови к ступням из-за этого изменения положения. Упреждающее повышение артериального давления не является ответом на реакцию окружающей среды или физиологическую обратную связь, но может рассматриваться как форма адаптивного обучения на основе прошлого опыта при стоянии. Если субъект принимает лекарство, которое блокирует эти изменения артериального давления, действие прямой связи может быть заблокировано, и у субъекта начнется головокружение.

Е. АНАТОМИЧЕСКАЯ НОМЕНКЛАТУРА

1. Стандартное положение тела, известное как *анатомическое положение* — положение, в котором тело стоит прямо, ноги слегка расставлены, ладони обращены вперед, а большие пальцы направлены от тела. Термины «правый» и «левый» используются в отношении описываемого тела, а не человека, наблюдающего за ним;

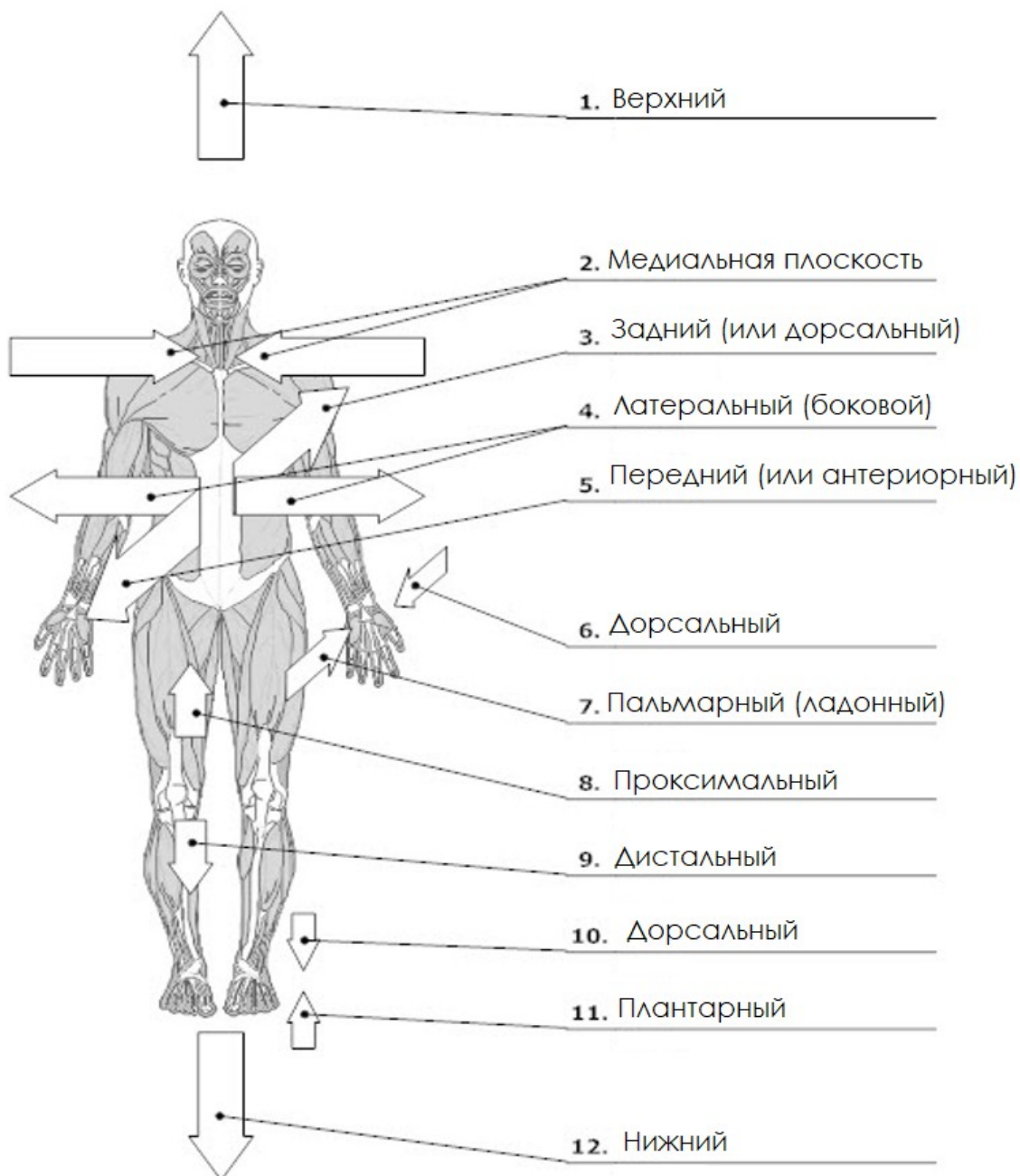
2. *Сагиттальная плоскость* — вертикальная плоскость, которая разделяет просматриваемую часть тела на правую и левую. Срединно-сагиттальная плоскость описывает сагиттальную плоскость прямо посередине просматриваемой части. Представьте, что вы разделяете свое тело от макушки до промежности, а затем можете смотреть либо в левую, либо в правую половину своего тела;

3. *Фронтальная* или *корональная* плоскость разделяет тело на передний (передний) и задний (задний) виды. Представьте себе, что вы разделяете свое тело от макушки через оба плеча до ступней и смотрите на переднюю или заднюю половину тела;

4. *Горизонтальная* или *поперечная (аксиальная)* плоскость. Горизонтальная или поперечная плоскость проходит поперек и разделяет тело на верхнюю и нижнюю

плоскости. Иногда их называют плоскостями поперечного сечения. Представьте, что вы разрезаете живот и можете смотреть на верхнюю или нижнюю половину тела;

- a) Верхний (краниальный) — расположенный ближе к верхнему концу тела;
- b) Нижний (каудальный) — расположенный ближе к нижней части туловища;
- c) Задний (дорсальный) — спинной, расположенный со стороны спины;
- d) Передний (вентральный) — расположенный на брюшной поверхности тела, обращенный к ней;
- e) Медиальный — расположенный ближе к срединной (медиальной) плоскости тела;
- f) Латеральный — боковой, относящийся к боковой стороне тела, органа, расположенный далее от медианной плоскости тела, органа;
- g) Проксимальный — расположение ближе к центру тела или к срединной (медианной) его плоскости;
- h) Дистальный — более отдаленный от центра или срединной (медианной) плоскости тела.



5. *Дорсальная полость* тела охватывает органы, составляющие центральную нервную систему, головной и спинной мозг;

6. *Вентральная полость* тела и два основных подразделения. Двумя основными подразделениями брюшной полости тела являются грудная полость и брюшно-газовая полость;

7. *Грудная полость*. Грудная полость содержит плевральные полости, которые покрывают легкие и медиальное средостение. Средостение охватывает органы грудной клетки, а также перикардальную полость, окружающую сердце;

8. *Диафрагма* — это куполообразная мышца, которая чрезвычайно важна для

дыхания. Он отделяет грудную полость от нижней брюшно-тазовой полости;

9. *Брюшно-тазовая полость* состоит из двух частей. Верхняя брюшная полость содержит желудок, печень, селезенку и кишечник, а также связанные с ними органы. Полость таза расположена ниже и содержит некоторые репродуктивные органы, мочевой пузырь и прямую кишку.

IV. НЕРВНАЯ СИСТЕМА

A. ОСНОВНЫЕ ФУНКЦИИ НЕРВНОЙ СИСТЕМЫ

1. Нервная система отслеживает информацию об изменениях внутри и вне тела. Она воспринимает информацию об изменениях и формирует решения;

2. Она заставляет мышцы, железы, органы и дополнительные части нервной системы реагировать (контролировать, интерпретировать и командовать). Нервная система — это главная система контроля/координации в теле. Контроль/координация осуществляется посредством:

- a) Мониторинга изменений внутренних и внешних сенсорных входов тела;
- b) Интеграции сенсорных входящих сигналов и определения выходных сигналов;
- c) Воздействия на ответ (моторный выходной сигнал).

3. Нервная система взаимодействует с эндокринной системой. Реакции нервной системы бывают быстрыми и непродолжительными, а эндокринные — более медленными и продолжительными.

B. СТРУКТУРНЫЕ И ФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ ПОДРАЗДЕЛЕНИЯ НЕРВНОЙ СИСТЕМЫ

1. Нервную систему можно в общих чертах разделить на два основных отдела: центральную нервную систему (ЦНС) и периферическую нервную систему (ПНС);

2. ЦНС состоит из головного и спинного мозга и может считаться командным центром тела. ЦНС получает информацию, интерпретирует информацию, а затем руководит действиями на основе интерпретации. ПНС можно рассматривать как систему, которая передает сообщения к ЦНС, а также из ЦНС;

3. *Подотделы ПНС:*

- a) ПНС можно разделить на два подразделения: одно передает информацию в ЦНС (сенсорный или афферентный отдел), другое переносит импульсы от ЦНС (моторная или эфферентная система);
- Сенсорные волокна по всему телу, такие как глаза, уши, нос, рот, кожа, суставы, внутренние органы и мышцы, посылают импульсы в ЦНС через афферентный или сенсорный отдел ПНС.
- b) Моторная или эфферентная система передает команды от ЦНС ко всем частям тела, которые называются эффекторными органами, поскольку на них воздействуют нервные импульсы. Затем эффекторные органы реагируют на команды ЦНС для выполнения функций, которые, по ее мнению, необходимы.

4. Эфферентное подразделение ПНС:

- a) Эфферентное подразделение можно рассматривать как состоящее из двух основных частей: соматической нервной системы и вегетативной нервной системы (ВНС);
- b) Соматическую нервную систему часто называют произвольной нервной системой, потому что нервные волокна контролируют произвольные движения скелетных мышц. Например, мы используем эти нервы, чтобы приказывать пальцам печатать на клавиатуре компьютера или брать книгу для изучения;
- c) ВНС состоит из нервов, которые регулируют деятельность гладких мышц (например, кровеносных сосудов, сердечных мышц и желез). Эти действия обычно считаются неподконтрольными нам, поэтому эту систему иногда называют непроизвольной нервной системой. ВНС имеет два функциональных подразделения: симпатическую ветвь и парасимпатическую ветвь.

5. Исторический взгляд на функциональное подразделение ВНС:

- a) Считалось, что *симпатическая* ветвь вегетативной нервной системы связана с мобилизацией систем организма на случай стрессовых или чрезвычайных ситуаций – реакция «бей или беги». *Парасимпатическая* ветвь была предложена для поддержки сохранения энергии, неэкстренных функций, «отдыха и переваривания пищи» и т. д.
- Эти описания функций часто основаны на основополагающих работах Уолтера Кэннона, первой половины 20-го века. Кэннон и другие исследователи проанализировали функцию ВНС у экспериментальных животных и разработали теории, лежащие в основе нашего нынешнего концептуального подхода к ВНС;
 - Кэннон придумал термин «гомеостаз», который он использовал для описания скоординированных физиологических процессов, которые

поддерживают устойчивое состояние в организме. Кэннон считал, что симпатическая нервная система в первую очередь отвечает за поддержание гомеостаза. Кэннон также полагал, что симпатическая нервная система действует в широком смысле (отсюда и название симпатическая) для восстановления баланса в гомеостазе. Он считал, что существует широко распространенный и разрозненный выход, направленный на возвращение внутреннего состояния тела к узкой полосе, необходимой для поддержания жизни;

- С другой стороны, функции парасимпатической ветви считались более скрытыми, имеющими большую специфичность. Кэннон полагал, что эффекты симпатической и парасимпатической нервных систем в целом противоположны в одном и том же органе, и его идеи о симпатической защитной реакции «все или ничего» и специфической восстанавливающей парасимпатической нервной системе повлияли на концепцию функциональности ВНС.

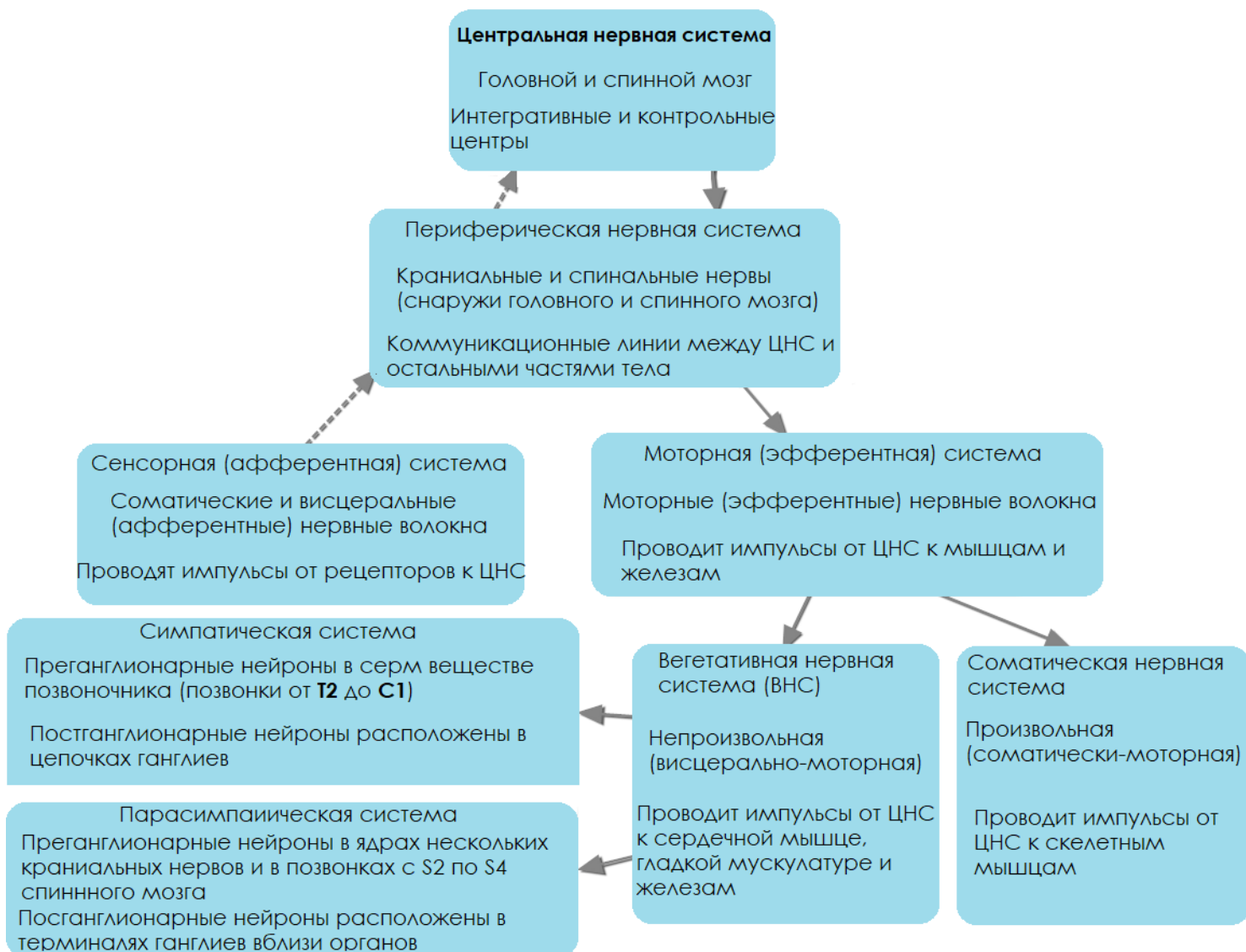
6. Современный взгляд на функциональное подразделение ВНС:

- а) Уилфрид Джениг, современный физиолог, указывает на ряд несоответствий в историческом функциональном разделении отделов ВНС. Джениг очень убедительно подтверждает идею о том, что разделение между симпатической и парасимпатической ветвями ВНС является анатомическим, а не функциональным;
- б) Парасимпатические оттоки бывают краниальными (из области головы) и крестцовыми (из нижней части позвоночника), в то время как симпатические ветви берут начало в груднопоясничном отделе (из грудной и поясничной частей позвоночника);
- в) Некоторые органы «двойно иннервируются», что означает, что они иннервируются обеими ветвями ВНС, и эти действия иннервации антагонистичны. Конечным результатом, однако, является скоординированный и, возможно, более крупный или более «точно настроенный» ответ. Двойная иннервация позволяет ЦНС активировать как симпатические, так и парасимпатические ветви ВНС, которые могут действовать синергетически, улучшая реакцию. Частота сердечных сокращений является примером. Парасимпатическая активация может привести к замедлению работы сердца, в то время как симпатическая иннервация ускорит сердце. Скоординированное (интегративное) действие, состоящее из уменьшения парасимпатической иннервации и увеличения симпатической иннервации, может привести к потенциально большей и быстрой реакции;
- д) Джениг указывает, что современные данные более убедительно подтверждают теорию интегративных действий ВНС, в отличие от простого действия одной или другой ветви по принципу «все или

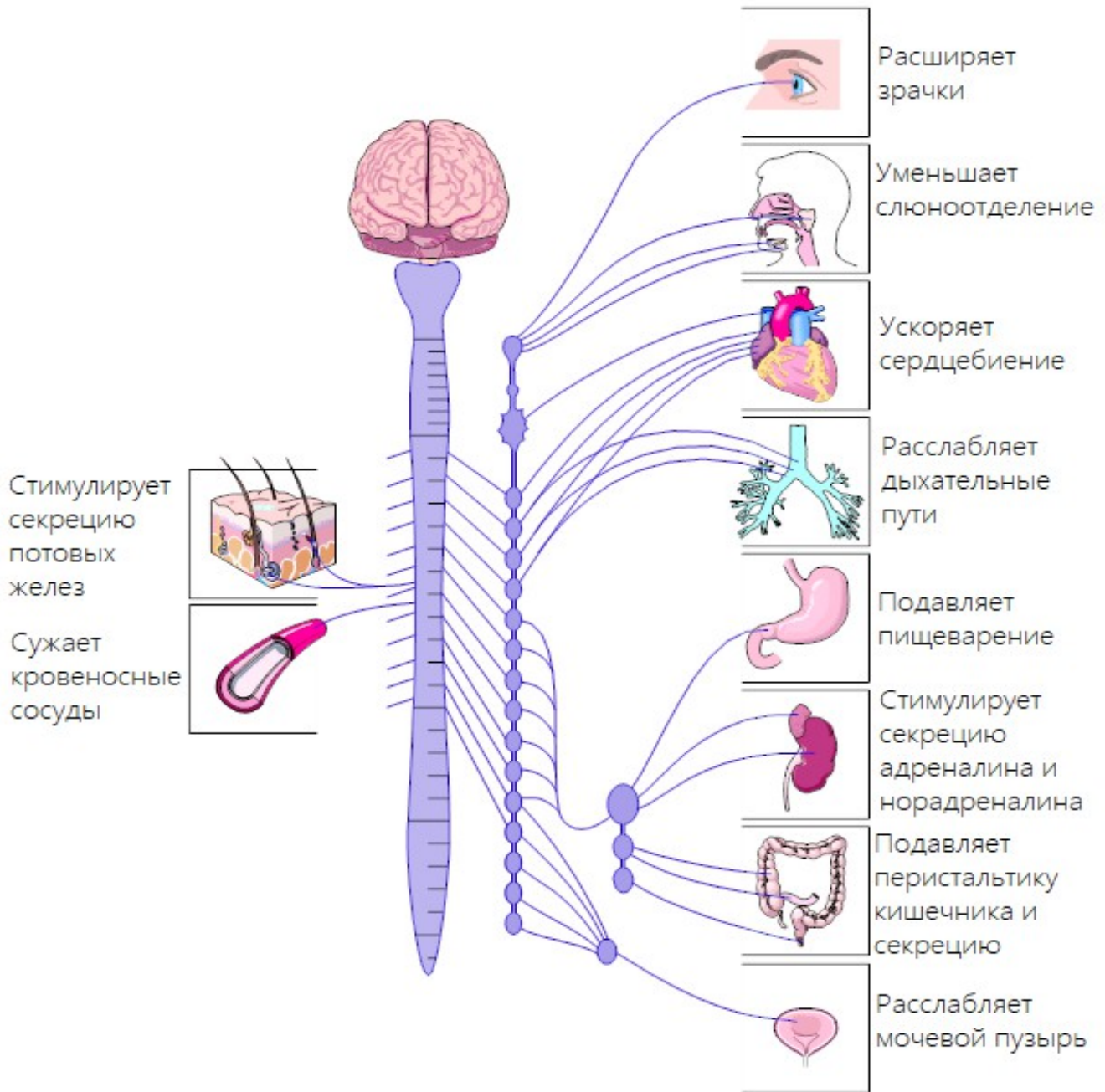
ничего»;

- е) Бернсон и Качиоппо также подвергли сомнению историческую доктрину, согласно которой две ветви являются функционально противоположными системами. Они отмечают, что обе ветви могут оказывать одинаковое воздействие на определенные органы. Они показали, что в некоторых случаях одна система активируется в определенное время, а другая система активируется в другое время. Например, при более высоком артериальном давлении частота сердечных сокращений контролируется в основном вагусной (парасимпатической) активностью, а при более низком артериальном давлении – симпатической активностью.
- Бернсон и Качиоппо предложили многомерную модель вегетативной регуляции для учета условий, при которых две системы не являются взаимными, а вместо этого не связаны (не действуют одновременно) или взаимодействуют друг с другом.

7. Общая схема нервной системы:

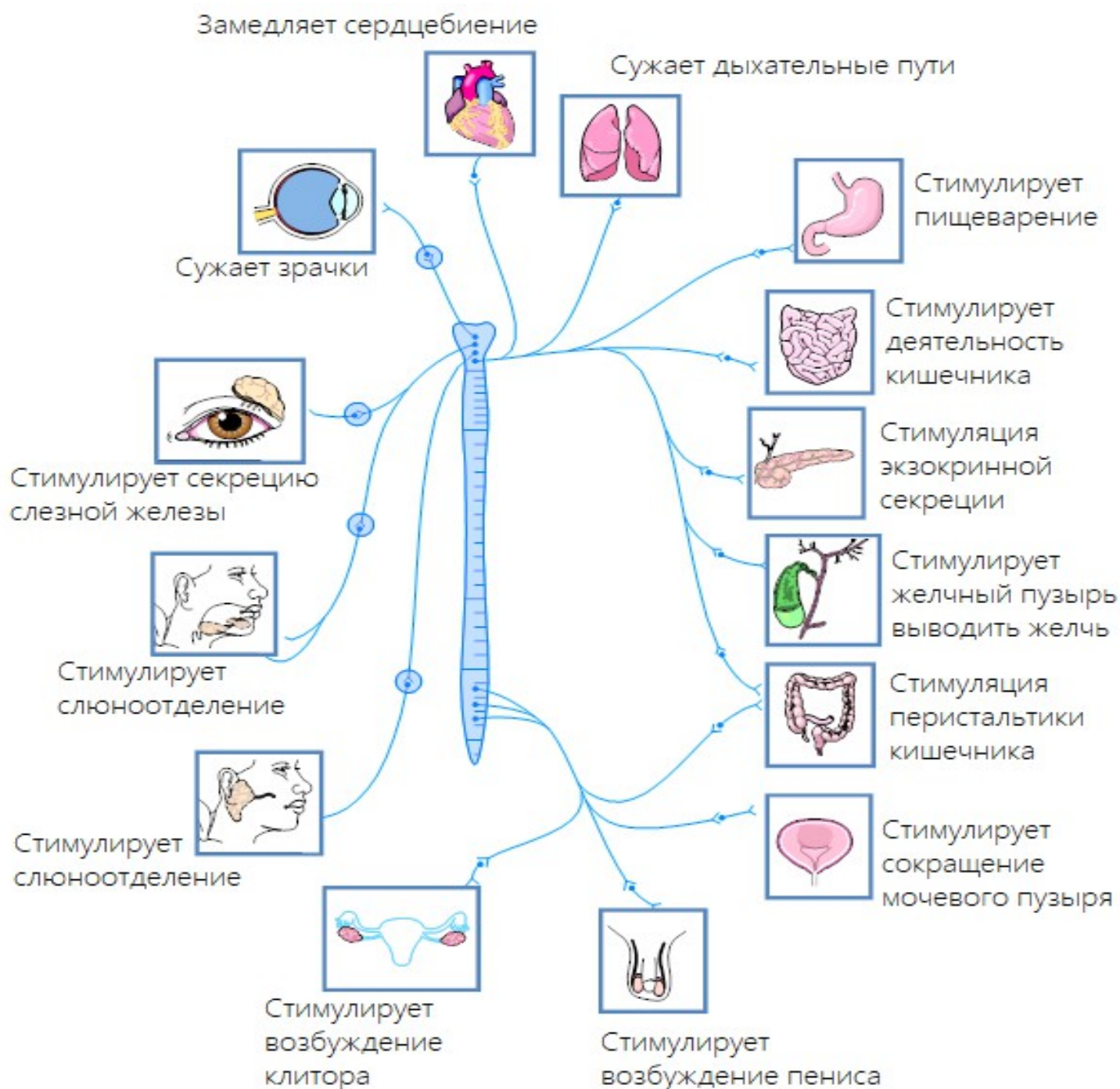


8. Органы, иннервируемые симпатической нервной системой:



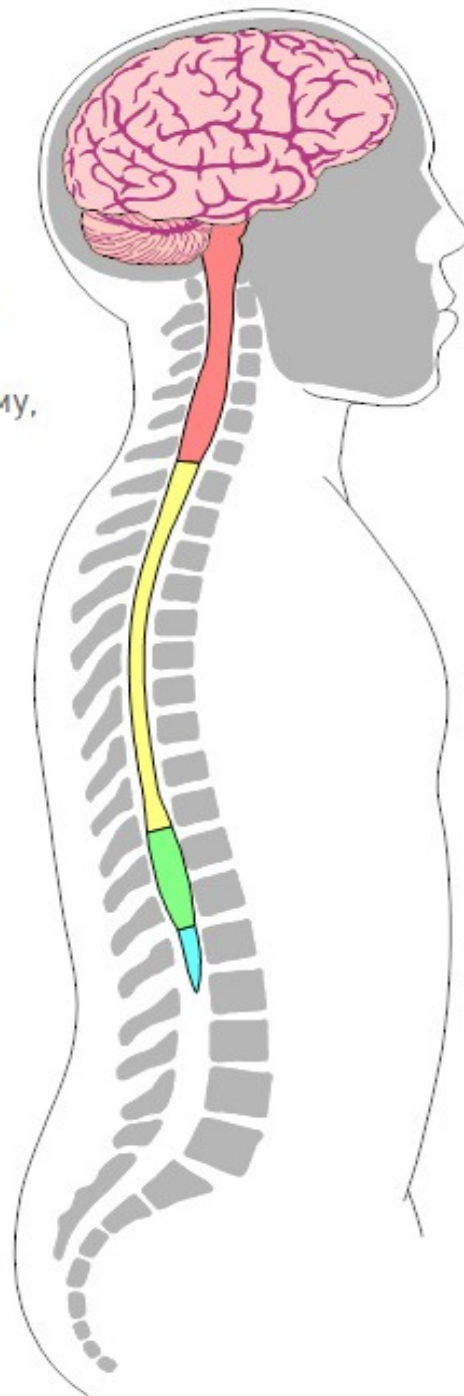
LifeART Collection Images Copyright © 1989-2001 by Lippincott Williams & Wilkins, Baltimore, MD

9. Органы, иннервируемые парасимпатической нервной системой:



10. Расположение ЦНС:

Латеральный вид на фигуру, демонстрирующий центральную нервную систему, а также связанную с ней окружающую скелетную структуру



LifeART Collection Images Copyright © 1989-2001 by Lippincott Williams & Wilkins, Baltimore, MD

11. Два основных типа нервных клеток:

- a) Ткань нервной системы можно по существу разделить на два основных типа клеток: нейроны – нервные клетки, передающие сигналы, и нейроглию или поддерживающие клетки, которые окружают, помогают и поддерживают нейроны;
- b) Некоторые из функций нейроглии. Нейроглия или «глия» – это поддерживающие клетки, которые составляют около 85-90% всех клеток мозга. Существует пять основных различных типов клеток нейроглии;
- c) В ЦНС есть четыре различных «глиальных» клетки; астроциты, микроглия, эпендимы и олигодендроциты;
- d) Глиальные клетки ПНС являются шванновскими клетками. Все глии обладают уникальными функциями, но одна важная цель – поддерживать нейроны, отделяя их друг от друга. Кроме того, некоторые глиальные клетки улучшают коммуникацию между клетками, оборачиваясь вокруг части нейрона, тем самым изолируя ее. Это приводит к более быстрой проводимости, почти так же, как обертывание протекающего садового шланга изолентой, что позволяет перемещать воду быстрее от одного конца шланга к другому.

Нейроглиальные клетки ЦНС 

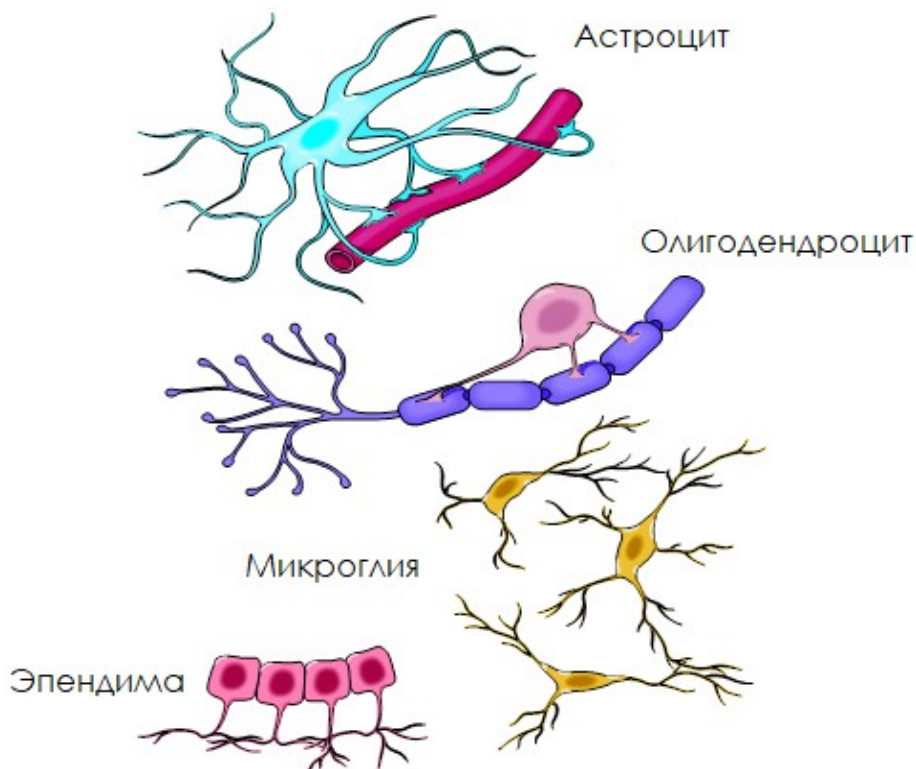


Image showing the four types of CNS neuroglia cells.

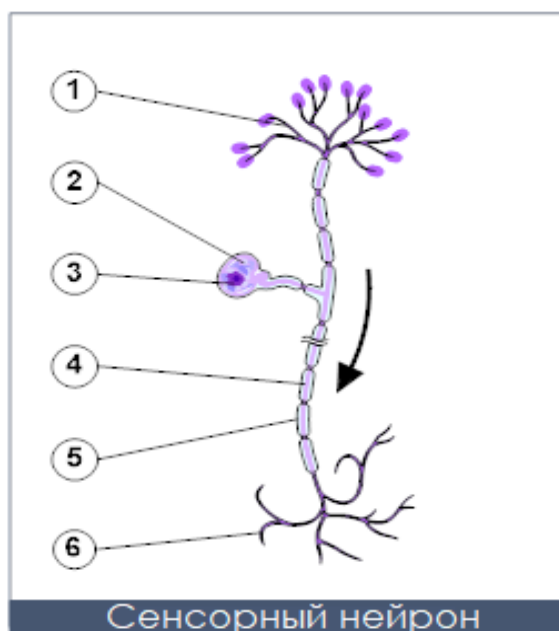
LIFEART Collection Images Copyright © 1989-2001 by Lippincott Williams & Wilkins, Baltimore, MD

12. Основные части нейрона и описание их назначения:

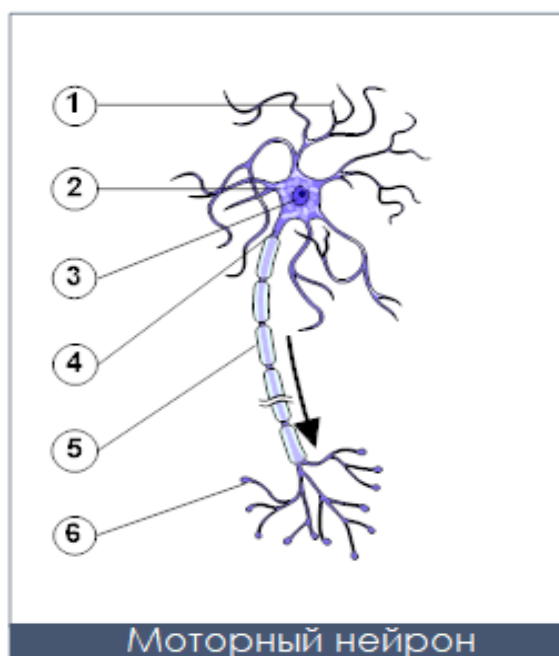
- a) *Тело клетки.* Тело клетки (или сома) содержит *ядро* и другие органеллы, участвующие в биосинтетической деятельности, чтобы поддерживать жизнь и функции клетки;
- b) *Дендриты.* Дендриты составляют основные входные или рецептивные области клетки. Они получают поступающую информацию из множества источников и передают эту информацию телу клетки;
- c) *Аксоны.* Каждый нейрон имеет единственный аксон, который выступает из части нейрона, называемой бугорком аксона. Как только аксон покидает бугорок аксона, он сужается до относительно однородного диаметра на оставшейся части своей длины. Аксоны могут иметь длину от несуществующих до нескольких футов. Аксоны обычно представляют собой единый отросток на большей части своей длины, хотя могут иметь ответвления или коллатерали. На конце аксона есть множество (тысячи) терминальных ветвей, называемых терминальными окончаниями аксонов. Аксоны являются проводящим компонентом нейрона во время его коммуникации с другими нейронами. Аксоны передают нервные импульсы от тела клетки к окончанию аксона;
- d) *Миелин.* Миелин – это жировая ткань белого цвета, покрывающая некоторые аксоны. Миелин защищает аксон и изолирует его от других. Миелинизированные волокна способны проводить нервные импульсы быстрее, чем немиелинизированные.
 - Миелин в ПНС состоит из шванновских клеток, а миелин в ЦНС состоит из олигодендроцитов. В ПНС шванновские клетки обвивают аксон, но оставляют небольшие промежутки, называемые узлами Ранвье. Эти промежутки возникают через равные промежутки вдоль аксона, из-за размера клетки Шванна, обеспечивающей миелинизацию. Разрывы способствуют увеличению скорости проведения.

13. Основные части сенсорного и моторного нейрона:

NERVOUS SYSTEM Types of Neurons



Сенсорный нейрон



Моторный нейрон

1. ДЕНДРИТЫ

тонкие разветвленные отростки нейрона, которые проводят электрическую стимуляцию, полученную от других клеток, к телу клетки или соме нейрона, из которого они выступают, и от них.

2. ТЕЛО КЛЕТКИ (СОМА)

выпуклый конец нейрона, содержащий ядро, где происходит большая часть синтеза белка.

3. ЯДРО

контролирует химические реакции в цитоплазме и хранит информацию, необходимую для деления клеток.

4. АКСОН

длинный тонкий выступ нейрона, который проводит электрические импульсы от тела клетки нейрона.

5. МИЕЛИНОВАЯ ОБОЛОЧКА

электрически изолирующий фосфолипидный слой, окружающий аксоны многих нейронов, состоящий примерно из 80% липидного жира и примерно 20% белка. Помогает предотвратить выход электрического тока из аксона.

6. ТЕРМИНАЛИ АКСОНА

специальные структуры на конце аксона, которые используются для высвобождения нейромедиаторов и связи с целевыми нейронами.



KMG Kurtsdale Medical Group

LifeART Collection Images Copyright © 1989-2001 by Lippincott Williams & Wilkins, Baltimore, MD

14. *Потенциалы действия.* Потенциал действия – это проводимость электрического импульса по длине аксона. Наиболее возбудимые нейроны общаются через потенциалы действия.

- a) Вспомните нашу дискуссию о клетках. На клеточной мембране есть потенциал (разность напряжений), как у батареи. Этот отрицательный мембранный потенциал (более отрицательный внутри клеточной мембраны по сравнению с внешней стороной клеточной мембраны) является результатом концентрации ионов. Потенциал действия является результатом кратковременной (пара миллисекунд или тысячных доли секунды) деполяризации мембраны, которая продолжается вдоль аксона, пока не достигнет терминали (окончаний аксона), где высвобождаются нейротрансмиттеры;
- b) Потенциалы действия не оцениваются; они сохраняют одинаковую силу от начала до конца. Если нейрон достаточно стимулирован, он может передавать потенциал действия или нервный импульс. Распространение потенциала действия происходит от открытия ворот на аксоне, которые чувствительны к изменениям напряжения и которые позволяют определенным ионам проходить через них из-за снижения напряжения;
- c) Вспомните, как мы ранее обсуждали натрий и калий и упоминали, что это ионы, участвующие в нейронной коммуникации. Изменения напряжения открывают и закрывают ворота вдоль аксона, которые позволяют ионам входить или выходить. Это снижает напряжение в соседней части аксона, и ворота открываются и закрываются там, обеспечивая большее движение ионов, и это снижает напряжение в следующей соседней части аксона. Эта «цепная реакция» деполяризации и открытия ворот позволяет току двигаться вниз по аксону к терминалам аксона, где в конечном итоге приводит к высвобождению нейротрансмиттера из терминальных луковиц.

15. Два типа *закрытых мембранных ионных каналов.* Плазменные или клеточные мембраны содержат два основных типа ионных каналов: химически закрытые и закрытые по напряжению. Термин “закрытый” используется для описания идеи, что в мембране есть ворота, которые открыты или закрыты:

- a) Химические каналы, управляемые нейротрансмиттерами, открываются или закрываются, когда в связь вступает соответствующий нейротрансмиттер. Это можно визуализировать как открытые или закрытые ворота, и только когда используется правильный ключ (нейротрансмиттер), ворота могут разблокироваться, а затем измениться с открытых на закрытые или наоборот;
- b) Аналогичным образом, ионные каналы, управляемые напряжением, открываются или закрываются в зависимости от мембранного потенциала.

- Каждый ионный канал обычно селективен в отношении того, какой ион или ионы он пропускает в открытом состоянии. После открытия ионы очень быстро проходят через затвор в зависимости от электрического заряда и химического градиента или градиента концентрации. Ионы будут двигаться от области с одинаковым зарядом к области с противоположным зарядом, которая соответствует их электрическому потенциалу. Ионы будут течь из областей с более высокой концентрацией в области с более низкой концентрацией, что называется градиентом концентрации. Вместе электрические и концентрационные градиенты относятся к электрохимическим градиентам, и именно они влияют на движение ионов через открытые ионные каналы. Ионы будут иметь тенденцию уравниваться на основе электрохимических градиентов.

16. Действие нейротрансмиттеров. Нейротрансмиттеры – это химические вещества, выделяемые нейронами, которые стимулируют или ингибируют другие нейроны или эффекторные клетки:

- а) Нейроны используют нейротрансмиттеры и их электрические сигналы для связи с другими клетками (нейронами, железами и мышцами). Клетка, высвобождающая нейротрансмиттер, называется пресинаптической клеткой, а клетка, на которую он действует, называется постсинаптическим нейроном;
- б) Нейромедиатор попадает в небольшой промежуток, заполненный жидкостью, между нейроном и эффекторной клеткой, который называется синаптической щелью. Это функциональное пространство или точка тесного контакта между двумя нейронами или между нейроном и эффекторной клеткой называется синапсом. Некоторые нейроны выделяют только один нейромедиатор в синапсе, но большинство производят и/или выделяют более одного нейромедиатора. Некоторые из нейротрансмиттеров, которые мы обсудим:
 - Ацетилхолин (ACh) – это был первый идентифицированный нейротрансмиттер и, вероятно, наиболее изученный. ACh высвобождается в нервно-мышечных соединениях, где нейроны синапсируют с мышечными клетками для движения. В ВНС ACh является пресинаптическим нейромедиатором для всех преганглионарных нейронов, как симпатических, так и парасимпатических. ACh является постсинаптическим нейромедиатором для всех парасимпатических постганглионарных волокон. Он также является нейротрансмиттером постганглионарных волокон для эккринных потовых желез, которые являются членом симпатической нервной системы и отвечают за электродермальную активность, измеряемую на полиграфе;
 - Норэпинефрин (NE) – возбуждающий или тормозящий нейромедиатор, в зависимости от рецептора. NE находится в ЦНС и ПНС. В ПНС NE

является основными постганглионарными клетками симпатической нервной системы;

- ГАМК – это главный нейротрансмиттер, тормозящий ЦНС в головном мозге. Алкоголь и противотревожные препараты класса бензодиазепам усиливают действие ГАМК. ГАМК проявляет свое ингибирующее действие на клетки, открывая хлоридные каналы и позволяя дополнительно отрицательно заряженному хлориду проникать в клетку. Этот дополнительный отрицательный заряд гиперполяризует клетку, уводя ее дальше от порогового значения и затрудняя активацию клетки и запуск потенциала действия. Это имеет тенденцию делать клетки менее активными;
- Глутамат – это главный возбуждающий нейротрансмиттер ЦНС в головном мозге. Глутамат очень важен для обучения и памяти из-за его действия на медиальную височную долю мозга. Однако небольшое количество имеет большое значение, поскольку избыток глутамата приводит к эксайтотоксичности. Это происходит, когда нейроны буквально возбуждают себя до смерти, это часто бывает во время инсультов. Некоторые медицинские методы лечения инсульта теперь включают препараты для борьбы с чрезмерным высвобождением глутамата во время инсульта, чтобы предотвратить гибель клеток в головном мозге.

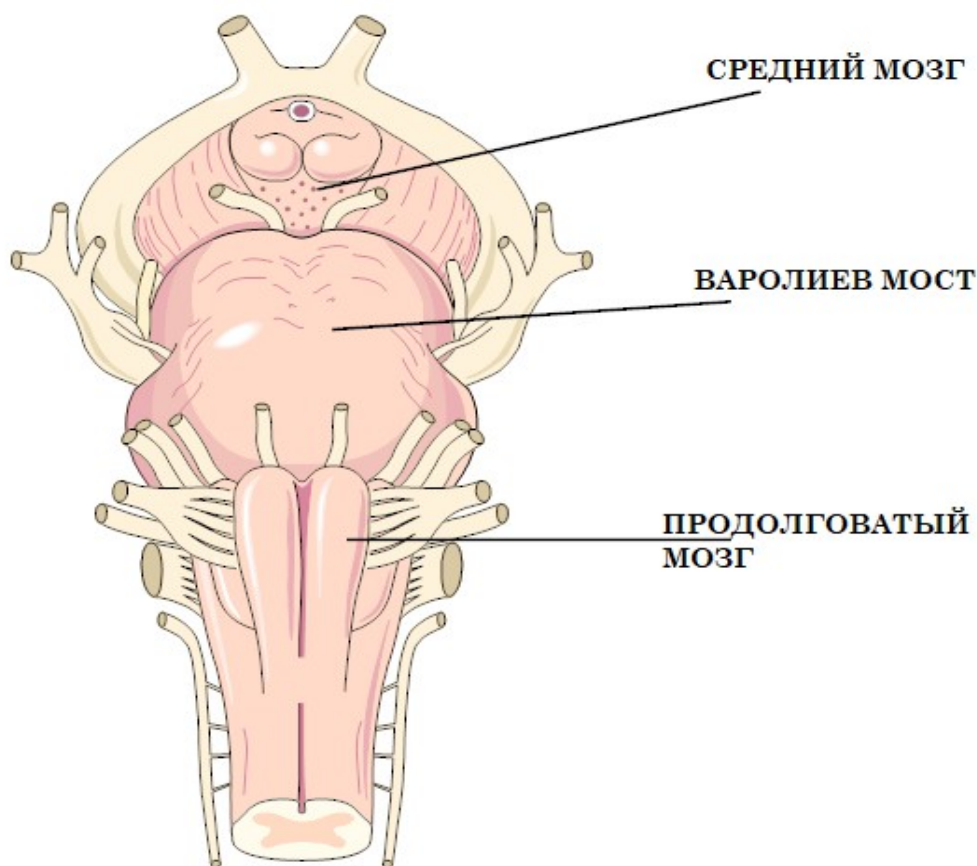
17. *Спинной мозг.* Этот пучок нервной ткани проходит от основания ствола головного мозга до области между первой и третьей поясничными областями и обеспечивает афферентные (к головному мозгу) и эфферентные (от головного мозга) пути проводимости:

- а) Спинной мозг состоит из «белого вещества» и «серого вещества». *Серое вещество* состоит в основном из тел нейронов и нейроглии и имеет форму бабочки или буквы Н. Серое вещество можно разделить на дорсальную половину (сзади), которая обычно является сенсорным входом, и вентральную половину (спереди), которая обычно является моторным выходом;
- б) Сенсорные афферентные волокна проходят через спинную половину, где они соединяются с телами сенсорных клеток в области, известной как ганглии дорсального корешка. Тела клеток, отвечающие за моторный выход, в основном лежат в области, называемой вентральным рогом, отправляя свои волокна наружу через вентральные корни;
- в) Белое вещество спинного мозга состоит из нервных волокон, как миелинизированных, так и немиелинизированных. Есть волокна, которые восходят к мозгу, неся сенсорную информацию, и волокна, которые нисходят для двигательной активности. Кроме того, существуют волокна, которые пересекают спинной мозг с одной стороны на другую, называемые поперечными или комиссуральными

волокнами. Белое вещество – это коммуникационный транспортный участок спинного мозга, очень похожий на телефонные линии связи.

18. *Ствол головного мозга.* Ствол головного мозга, действующий от нижнего к верхнему направлению, состоит из продолговатого мозга, Варолиева моста и среднего мозга.

- а) Ствол мозга содержит много важных ядерных групп, которые приводят к автоматическим программам поведения, необходимым для выживания. Ствол мозга обеспечивает проход для волоконных путей между верхним и нижним центрами мозга;

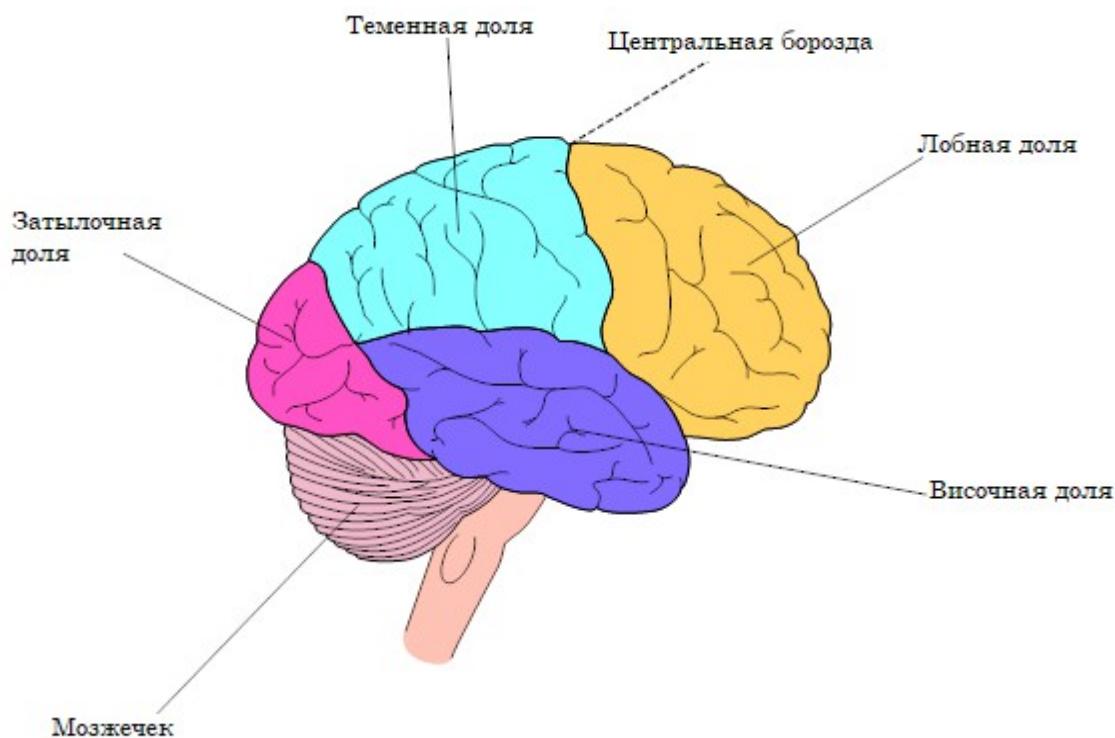


Передний вид ствола головного мозга. Средний мозг, варолиев мост и продолговатый мозг, а также спинной мозг видны.

19. *Функции, обеспечиваемые мозжечком.* Мозжечок представляет собой большую структуру, расположенную дорсально по отношению к мосту и мозговому веществу. Он обрабатывает входные данные от корковых областей, ответственных за двигательные действия, сенсорные рецепторы и входные сигналы ствола мозга. Мозжечок отвечает за координацию движений;

20. *Доли человеческого мозга.* Полушария мозга подразделяются на пять основных долей на основе некоторых основных бороздок:

- a) *Лобная доля* состоит из области перед так называемой центральной бороздой и является самой большой из всех долей. Она содержит важные моторные и языковые области в задней части и множество функций, связанных с социальным поведением и высшей умственной деятельностью в лобной части;
- b) *Теменная доля* расположена параллельно центральной борозде и содержит большую часть соматосенсорной коры;
- c) *Затылочная доля* в первую очередь связана со зрительными функциями и расположена в задней части мозга;
- d) *Височная доля* содержит множество различных областей, включая сенсорные области для слуховых и обонятельных функций. Эта доля содержит две очень важные структуры, связанные с памятью и эмоциями, которые называются миндалевидным телом и гиппокампом.



Lateral view of the brain with the different lobes depicted with color.

LifeART Collector Images Copyright © 1989-2011 by LifeART Medical & Wellness, Baltimore, MD

21. *Промежуточный мозг* и некоторые его функции. Промежуточный мозг образует центральную часть переднего мозга и состоит из таламуса, гипоталамуса и эпифаламуса.

- а) *Таламус* является самой большой частью промежуточного мозга и содержит около пятидесяти меньших ядер, каждое из которых имеет свою собственную функциональную специализацию. Таламус – это греческое слово, означающее «внутренняя комната». Он получает практически все входные данные в мозг, включая сенсорные, эмоциональные и моторные. Единственная сенсорная информация, которая обходит таламус, – это обонятельная система. Таламус играет ключевую роль в интеграции и посредничестве двигательной активности, ощущений, коркового возбуждения, обучения и памяти. Таламус – это средство, с помощью которого почти вся информация попадает в кору для обработки;
- б) *Гипоталамус* назван в честь его положения непосредственно под таламусом (гипо означает нижний). Несмотря на свой небольшой размер, гипоталамус является главным проводником гомеостатического контроля над телом. Гипоталамус является частью вегетативного центра управления, центра управления эмоциональной реакцией и направляет поддерживающие жизнь формы поведения, такие как потребление

пищи, воды, сон. Гипоталамус контролирует выброс гормонов из эндокринной системы, что также помогает поддерживать гомеостатический баланс тела;

- с) *Эпиталамус* состоит из шишковидной железы, которая помогает регулировать сон, и сосудистого сплетения, вырабатывающего спинномозговую жидкость.

22. Психофизиологические концепции, касающиеся ЦНС. Концепция «*лимбической системы*» с исторической, анатомической и современной точки зрения:

- а) Примерно в 1939 году американский анатом по имени Джеймс Папез предположил, что центральные части мозга, включая гипоталамус, части таламуса, поясную извилину, гиппокамп и их взаимосвязи, образуют «гармоничный механизм», с помощью которого генерируются все эмоции, и из которых возникают эмоциональные выражения. Следуя предложению Папеза, размеры и структуры, приписываемые этой «лимбической системе», расширились и теперь включают значительную часть мозга. Современные нейробиологи, похоже, согласны с тем, что «лимбической системе» нет никакого научного оправдания. Многие из так называемых лимбических структур имеют несколько целей, выходящих за рамки эмоций. Действительно, некоторые действительно способствуют возникновению и выражению эмоций, но эта плохо обоснованная ассоциация не оправдывает особую «систему» мозга, предназначенную исключительно для эмоций.

V. ЭДА И ПОКРОВНАЯ СИСТЕМА

A. ПОКРОВНАЯ СИСТЕМА

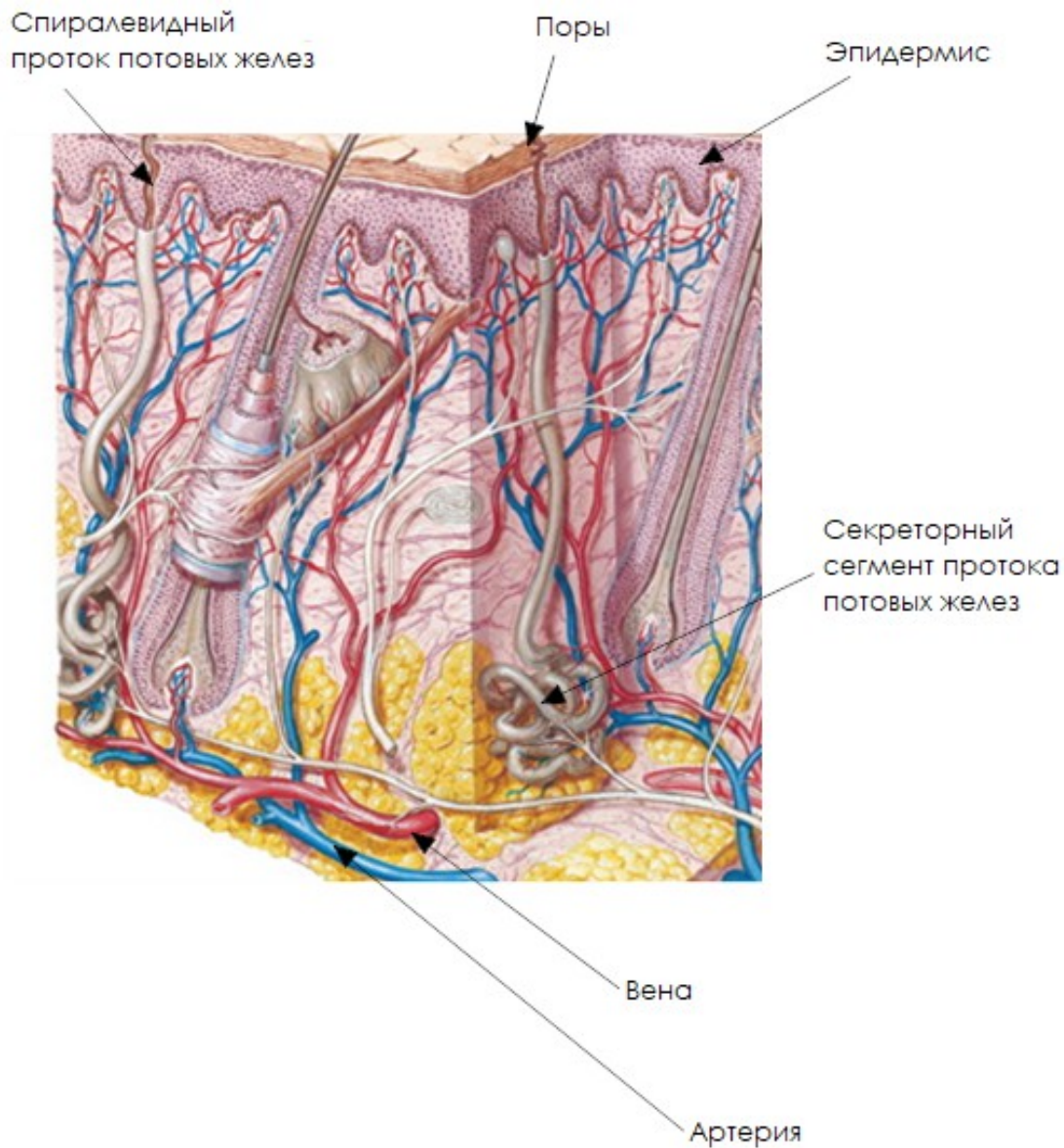
1. Кожа состоит из сложного набора органов, называемых покровной системой, которая выполняет защитную функцию. Мы ограничим наше обсуждение кожи преимущественно теми аспектами, которые связаны с пониманием механизмов электродермальной активности (EDA):

- а) Кожа защищает организм от угроз окружающей среды, таких как температурные, химические, механические и инфекционные микроорганизмы;
- б) С сенсорной точки зрения в коже находятся различные рецепторы, обеспечивающие афферентную информацию, связанную с прикосновением, болью и температурой;
- с) Кожа участвует в потоотделении, которое сохраняет кожу влажной и

позволяет организму выводить жидкости. Кожа может быть волосатой или голой (безволосой).

2. Типичный поперечный разрез кожи и некоторые важные особенности:

- a) Кожа состоит из различных характерных слоев, хотя не все слои одинаково встречаются во всей коже. Кожа состоит из двух основных слоев; внешний слой, называемый эпидермисом, и более толстый нижний слой – дерма;
- b) Эпидермис состоит из пяти слоев, каждый из которых становится все более роговым (жестким и мозолистым). Внешний слой эпидермиса – роговой слой. Эпидермис – слой, наиболее важный для EDA, состоит из равномерно расположенных клеток, которые становятся более сухими по мере продвижения к роговому слою. Голая кожа на ладонях (ладони) и подошвах стоп (подошвенная) имеет толстый эпидермис, а также относительно толстый роговой слой. Роговой слой играет очень важную роль в создании EDA, которую мы измеряем на полиграфе.



3. Действие потоотделения *экринных* потовых желез:

- a) Потовые железы секретируют непосредственно на поверхность кожи. Наибольшая плотность потовых желез находится на лбу, ладонях и подошвах;
- b) Потовые железы ладони считаются *экринными* потовыми железами, что означает, что секреты не содержат чего-то, что называется цитоплазмой;
- c) Потовые железы можно разделить на секреторную часть и проток. Секреторный отдел расположен глубоко внутри кожи и состоит из протока, имеющего форму неправильной спирали. Проток проходит от секреторного отдела до поры потовой железы, открывающейся на поверхности кожи;

- d) Эфферентные волокна симпатической нервной системы иннервируют эккринные потовые железы. Их называют секреторными волокнами. Секреторные волокна используют ацетилхолин для иннервации секреторной части потовых желез;
- e) Гипоталамус обычно считается центром управления всеми функциями ВНС, включая иннервацию потовых желез. Симпатическая активность гипоталамуса может быть вызвана рядом структур головного мозга, включая кору головного мозга. Было обнаружено, что различные психические функции демонстрируют способность активировать эккринные потовые железы и вызывать реакцию EDA.

4. Механизм потоотделения и его влияние на EDA:

- a) Человеческий пот содержит определенное количество ионов натрия и хлорида. Предшественник пота у людей имеет значительно более высокую концентрацию обоих. По мере того, как пот пробивается вверх по протоку, он теряет часть ионов натрия и хлора. Это теория реабсорбции NaCl, гласящая, что реабсорбция может предотвратить чрезмерную потерю NaCl. Пот не вытекает из потовых протоков непрерывно, а выбрасывается импульсами. Считается, что ритмические сокращения секреторных и потовых протоков являются источником импульсов, которые предположительно являются силой, которая выталкивает пот вверх и из протоков.

5. “*Эмоциональное потоотделение*” – повышенное потоотделение в результате умственной деятельности, особенно во время эмоционального возбуждения, называется «эмоциональным потоотделением» (стрессовым потоотделением). Эмоциональное потоотделение возникает в основном на голой коже ладонной и подошвенной поверхностей тела и, вероятно, активируется через гипоталамус. Реакции EDA во время тестирования на полиграфе могут быть результатом эмоционального потоотделения;

6. Некоторые из предполагаемых источников EDA в центральной нервной системе:

- a) EDA может быть вызвана процессами ЦНС более высокого уровня (кортикальными), но также может исходить из структур, которые считаются подкорковыми. Гипоталамус, кажется, является одним из основных инициаторов реакций EDA с эмоциональной точки зрения. Часть мозга, называемая базальными ганглиями, может способствовать реакции EDA при подготовке к двигательным действиям.

7. Некоторые из предполагаемых биологических ролей EDA:

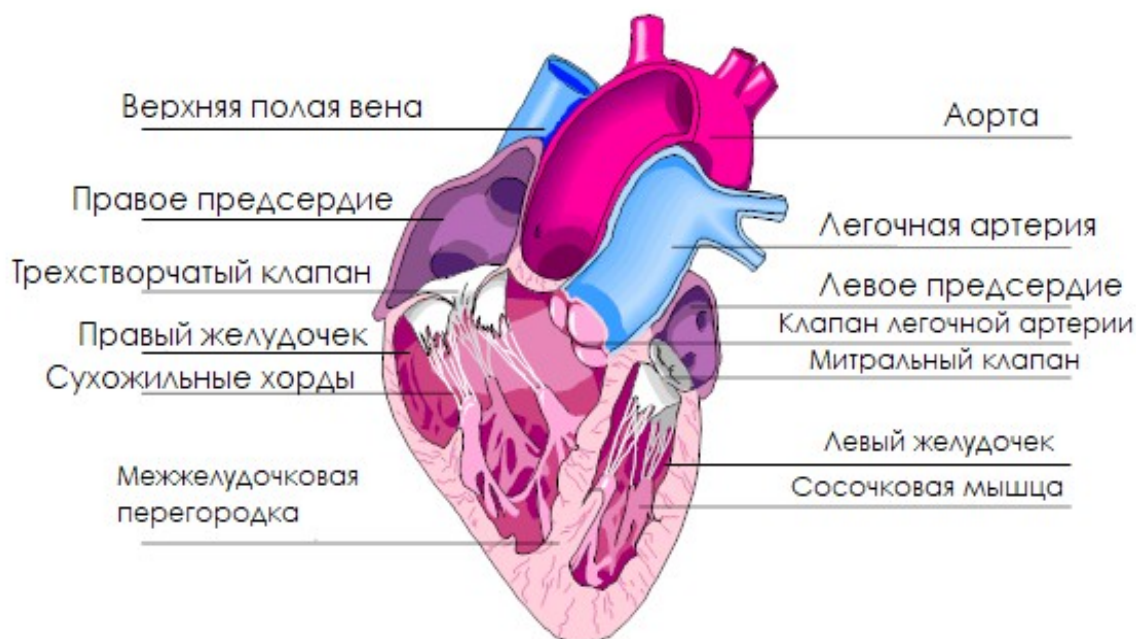
- а) Потоотделение может быть биологически адаптивной функцией, которая служит ряду целей. Увлажнение обеспечивает оптимальное трение и тактильную чувствительность. Можно лучше чувствовать и хватать, когда руки слегка влажные. Ступня, вероятно, лучше, когда ступни слегка влажные или липкие. Кожа также менее подвержена травмам, если она слегка влажная;
- б) Кожа более устойчива к истиранию и порезам во влажном состоянии, чем в сухом.

VI. СЕРДЕЧНО-СОСУДИСТАЯ СИСТЕМА

A. КАМЕРЫ СЕРДЦА

1. Сердце имеет четыре камеры, два желудочка и два предсердия. Желудочки являются разрядными камерами и выделяют кровь в тело (левый желудочек) или в легкие (правый желудочек). Предсердия – это приемные камеры для крови, возвращающейся из тела (правое предсердие) или легких (левое предсердие).

Внутренние Части Сердца



В. ОСНОВНЫЕ СЕРДЕЧНЫЕ КЛАПАНЫ

1. Есть два атриовентрикулярных (АВ) клапана, по одному с каждой стороны сердца, которые отделяют предсердия от желудочка, предотвращая обратное течение крови;

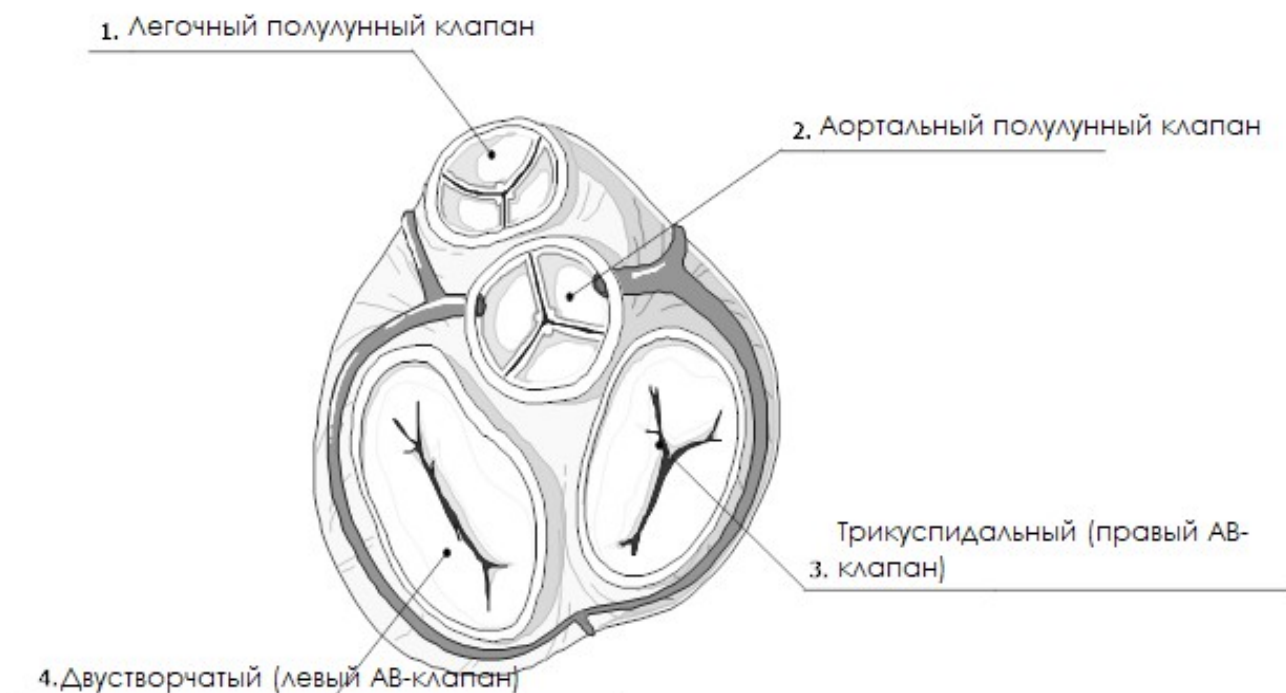
2. Правый АВ-клапан называется трикуспидальным клапаном, потому что он имеет три гибких бугорка или створки. Левый атриовентрикулярный клапан называется двустворчатым клапаном, потому что у него всего две закрылки или створки;

а) Двустворчатый клапан иногда называют митральным клапаном, поскольку он напоминает митру, шляпу – которую носит епископ.

3. Есть два полулунных клапана (“semilunar”, SL), по одному на выпускном участке каждого желудочка. Клапаны SL предохраняют от обратного потока крови, расплющиваясь и закрываясь при повышении давления на стороне нагнетания.

а) Клапаны SL названы так из-за их трех выступов в форме полумесяца.

Сердечные клапаны

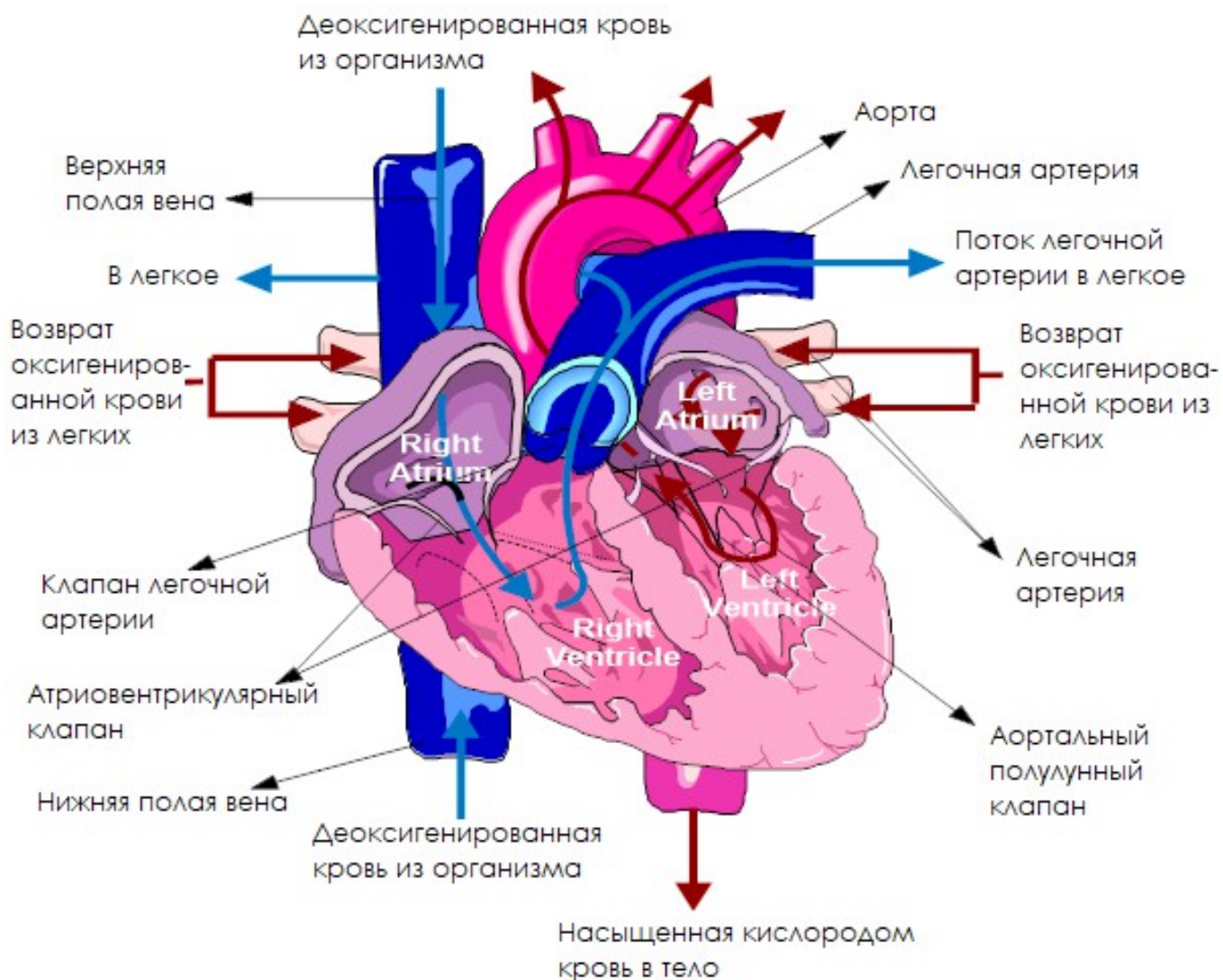


LIFEART Collection Images Copyright © 1989-2001 by Lippincott Williams & Wilkins, Baltimore, MD

С. ПУТЬ КРОВотоКА ЧЕРЕЗ СЕРДЦЕ

1. Правая часть сердца – это легочный кругооборот, который направляет кровь, богатую углекислым газом, в легкие. Возвращающаяся кровь поступает и заполняет правое предсердие. Правое предсердие сокращается, выталкивая кровь через трикуспидальный клапан в правый желудочек. Правый желудочек сжимается, посылая кровь из легочного полулунного клапана в легкие через легочные артерии. Именно здесь углекислый газ обменивается на кислород.

2. Левая часть сердца – это насос системного кругооборота. Он отвечает за транспортировку крови по сердечно-сосудистой системе. Свежая насыщенная кислородом кровь возвращается в левое предсердие сердца через легочные вены. Левое предсердие сокращается и направляет кровь через двустворчатый или митральный клапан к левому желудочку, который перекачивает кровь из полулунного клапана аорты в аорту.



LifeART Collection Images Copyright © 1989-2001 by Lippincott Williams & Wilkins, Baltimore, MD

D. НАЗНАЧЕНИЕ СЕРДЕЧНО-СОСУДИСТОЙ СИСТЕМЫ

1. Сердечно-сосудистая система – это полностью закрытая структура, состоящая из сердечной мышцы, артерий, капилляров и вен. Основная цель сердечно-сосудистой системы – транспортировать питательные вещества и кислород к тканям тела и удалять метаболические отходы и углекислый газ из тканей тела.

E. АРТЕРИАЛЬНОЕ ДАВЛЕНИЕ И КАК ОНО ИЗМЕРЯЕТСЯ

1. Артериальное давление – это величина силы, действующей на стенку кровеносного сосуда на единицу площади. Обычно оно выражается в миллиметрах ртутного столба, пишется «мм рт. ст.». Артериальное давление обычно выражается с

медицинской точки зрения как систолическое давление выше диастолического.

2. При тестировании на полиграфе форма волны кардиографа отображает изменения относительного артериального давления на протяжении исследования. Для целей нашей статьи, когда мы обсуждаем артериальное давление, мы имеем в виду системное артериальное давление, измеренное на месте мониторинга, если не указано иное.

Ф. ПЕРИФЕРИЙНОЕ СОПРОТИВЛЕНИЕ

1. Кровоток происходит в замкнутой системе кровообращения организма и обычно выражается в миллилитрах в минуту, записываемых как «мл/мин». Периферическое сопротивление – это термин, используемый для описания общего ограничения кровотока в кровеносных сосудах, и он является функцией вязкости крови, длины сосуда и диаметра сосуда. Более густая кровь, более длинные сосуды или сосуды меньшего диаметра увеличивают сопротивление потоку.

Г. КАК СЕРДЕЧНЫЙ ВЫБРОС И ПЕРИФЕРИЧЕСКОЕ СОПРОТИВЛЕНИЕ ВЛИЯЮТ НА АРТЕРИАЛЬНОЕ ДАВЛЕНИЕ

1. Артериальное давление определяется сердечным выбросом и периферическим сопротивлением. Сердечный выброс – это количество крови, которое сердце перекачивает за определенный период времени. Сердечный выброс – это функция ударного объема, умноженного на количество ударов в минуту;

2. Ударный объем – это то, сколько сердце перекачивает (мл / удар), и зависит от того, насколько сильно сердце бьется (сократительная сила) и сколько крови доступно для перекачивания (конечный диастолический объем или КДО);

3. КДО – объем крови в желудочке в конце наполнения. Чем больше КДО, тем больше растяжение желудочка. Увеличение КДО увеличивает преднагрузку сердца. Это увеличивает количество крови, выбрасываемой из желудочка во время систолы через механизм Франка-Старлинга. КДО обычно контролируется венозным возвратом или кровью, возвращаемой в полые вены перед доставкой в правое предсердие;

4. Кроме того, физиолог по имени Бейнбридж заметил, что расширение правого предсердия вызывает увеличение частоты сердечных сокращений. Бейнбридж обнаружил, что рефлексорная дуга, ответственная за эту тахикардию, опосредована увеличением симпатического эффекта и уменьшением парасимпатического эффекта;

5. Есть два основных фактора, увеличивающих венозный возврат: респираторный насос и мышечный насос. Дыхательный насос описывает изменения давления в полых венах в результате дыхания. Когда мы вдыхаем, давление в груди снижается, создается отрицательное давление, и кровь «всасывается» обратно к

сердцу. Чем больше глубина или продолжительность вдоха, тем больше влияние отрицательного давления создается для венозного возврата. Мышечный насос описывает способ, которым сокращение скелетных мышц давит на вены, заставляя кровь возвращаться к сердцу;

6. Периферическое сопротивление влияет на кровяное давление, увеличивая или уменьшая давление, с которым работает сердце. Чем больше общее сужение сосудов, тем выше давление. По мере расширения сосудов артериальное давление снижается;

7. Таким образом, существует несколько факторов, влияющих на артериальное давление. Сердечный выброс увеличивается за счет увеличения частоты сердечных сокращений, силы сокращения или конечного диастолического объема. Изменение диаметра кровеносного сосуда увеличивает или уменьшает периферическое сопротивление потоку. Любая комбинация этих факторов может привести к повышению артериального давления.

Н. СИСТЕМА ЭЛЕКТРОПРОВОДНОСТИ ЧЕРЕЗ СЕРДЦЕ

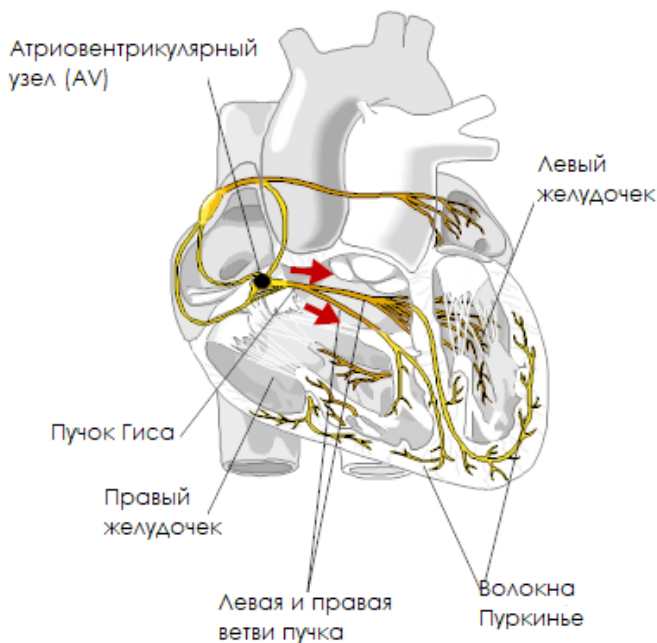
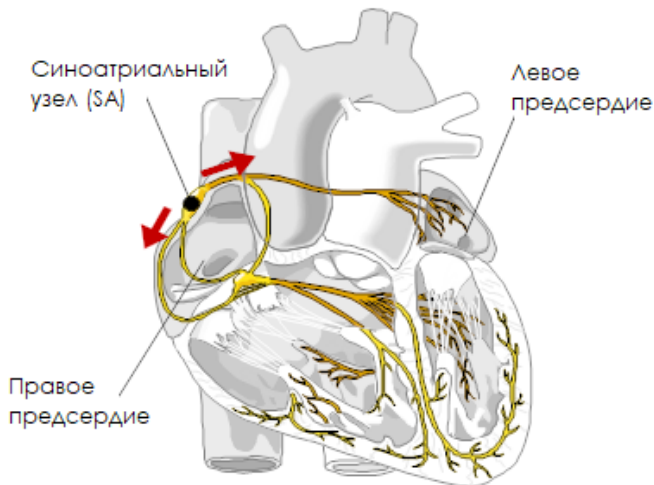
1. Сердце способно сокращаться (биться) без влияния внешней нервной системы. Однако в сердце поступает много нервных импульсов, которые координируют деятельность сердца с деятельностью других систем, поддерживающих жизнь;

2. Электрическая проводимость начинается в синоатриальном (SA) узле в правом предсердии, который по своей природе генерирует импульсы со скоростью примерно 75 раз в минуту. Эта небольшая масса известна как «кардиостимулятор», поскольку она устанавливает частоту вращения педалей, известную как синусовый ритм;

3. От узла SA сигнал передается через интермодальные волокна в обе стенки мышц предсердия, а затем в атриовентрикулярный узел, расположенный рядом с трикуспидальным клапаном. Этот узел задерживает сигнал на мгновение, позволяя предсердиям полностью сократиться, прежде чем он передаст сигнал дальше;

4. От AV-узла сигнал передается в атриовентрикулярный пучок, который расположен в верхней части перегородки, разделяющей желудочки. Это иногда называют пучком Гиса, названным в честь его первооткрывателя.

Электрическая Система Сердца (система сердечной проводимости)



Электрическая система сердца контролирует все события, которые происходят, когда ваше сердце перекачивает кровь. Каждый удар вашего сердца начинается с электрического сигнала от синоатриального узла, называемого узлом SA.

Сигналы генерируются, когда две полые вены наполняют правое предсердие сердца кровью из других частей тела. Сигнал распространяется по клеткам правого и левого предсердий вашего сердца, заставляя предсердия сокращаться. Это действие проталкивает кровь через открытые клапаны из предсердий в оба желудочка.

Сигнал поступает в АВ-узел возле желудочков, где он на мгновение замедляется, позволяя правому и левому желудочкам сердца наполниться кровью. Сигнал выпускается и переходит к Пучку Гиса, расположенному в стенках желудочков сердца.

Сигнал высвобождается и перемещается рядом с пучком Гиса, расположенным в желудочках вашего сердца. От пучка Гиса сигнальные волокна разделяются на левую и правую ветви пучка, которые проходят через перегородку вашего сердца.

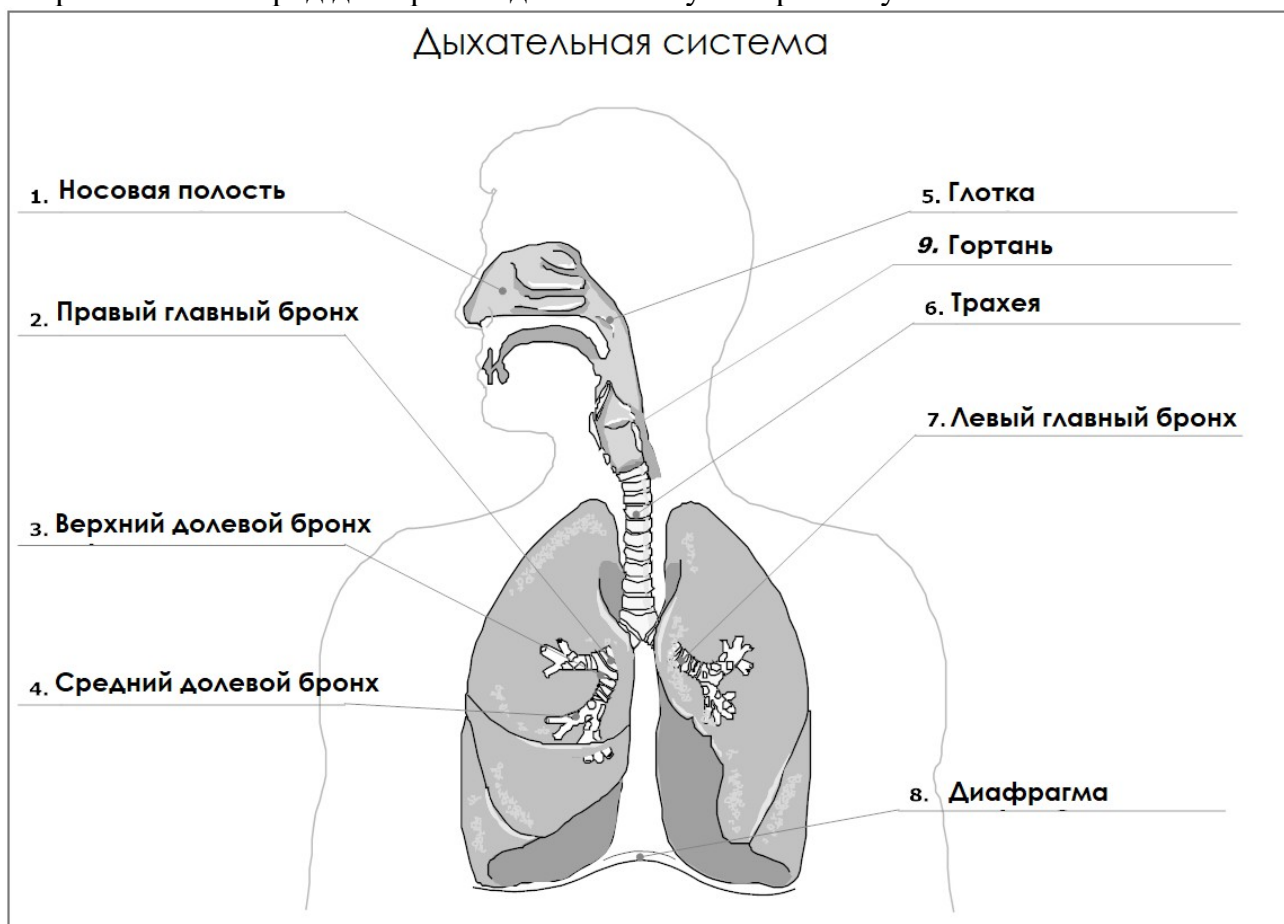
Сигнал выходит из левой и правой ветвей пучка через волокна Пуркинью, которые напрямую соединяются с клетками в стенках левого и правого желудочков сердца. Когда сигнал распространяется по клеткам стенок желудочков сердца, оба желудочка сокращаются, но не в один и тот же момент. Левый желудочек сокращается на мгновение раньше правого. Это проталкивает кровь через легочный клапан (для правого желудочка) к легким и через аортальный клапан (для левого желудочка) к остальной части тела.

По мере прохождения сигнала, стенки желудочков расслабляются и ждут следующего сигнала.

VII. ДЫХАТЕЛЬНАЯ СИСТЕМА

A. ФУНКЦИИ ДЫХАНИЯ

1. Основная функция дыхательной системы – снабжать клетки тела кислородом и освобождать тело от углекислого газа;
2. Легочная вентиляция (дыхание) описывает коллективные действия, которые перемещают воздух в легкие и из них;
3. Внешнее дыхание описывает обмен кислорода на углекислый газ в альвеолах, микроскопических воздушных мешочках в легких;
4. Внутреннее дыхание описывает обмен кислорода на углекислый газ между кровью и тканями.
5. Клеточное дыхание описывает клеточные метаболические реакции, которые потребляют кислород для производства молекул энергии и углекислого газа.



B. ОПИСАНИЕ ДЫХАНИЯ

1. Дыхание включает перемещение воздуха через дыхательные пути (мертвое воздушное пространство), состоящее из полости носа, глотки, гортани, трахеи, бронхов, бронхиального дерева, в легкие;

2. Дыхательные пути, по которым проходит воздух, согревают, увлажняют и очищают воздух, прежде чем направить его в легкие;

3. Носовой проход содержит обонятельные рецепторы, которые необычны тем, что их входные данные проходят в обход таламуса и направляются непосредственно в области корковой и лимбической системы мозга, которые стимулируют память;

4. Глотка соединяет носовую полость и рот с гортанью;

5. Гортань состоит в основном из хряща, голосовых связок и других соединительных тканей и соединяет глотку с трахеей;

6. Трахея, состоящая из хрящевых колец С-образной формы, представляет собой гибкую трубку, соединяющую гортань с бронхами;

7. Бронхи входят в легкие и разветвляются, образуя вторичные и третичные бронхи, ведущие к конечным бронхиолам и, наконец, в воздушные мешочки альвеол;

8. Легочные капилляры окружают мешочки альвеол, обеспечивая кровотоком к ним и от них. Именно на этом стыке происходит обмен кислорода на углекислый газ.

С. МЕХАНИКА ДЫХАНИЯ

Механика дыхания создает перепад давления между внутренней и внешней частью легких, заставляя воздух двигаться в одном направлении;

2. Воздух, как и жидкости, перемещается из областей с более высоким давлением в области с более низким давлением. Непосредственно перед вдохом перепад давления между внутренней и внешней частью легких (внутрилегочное давление) равен нулю. На нуле нет движения воздуха;

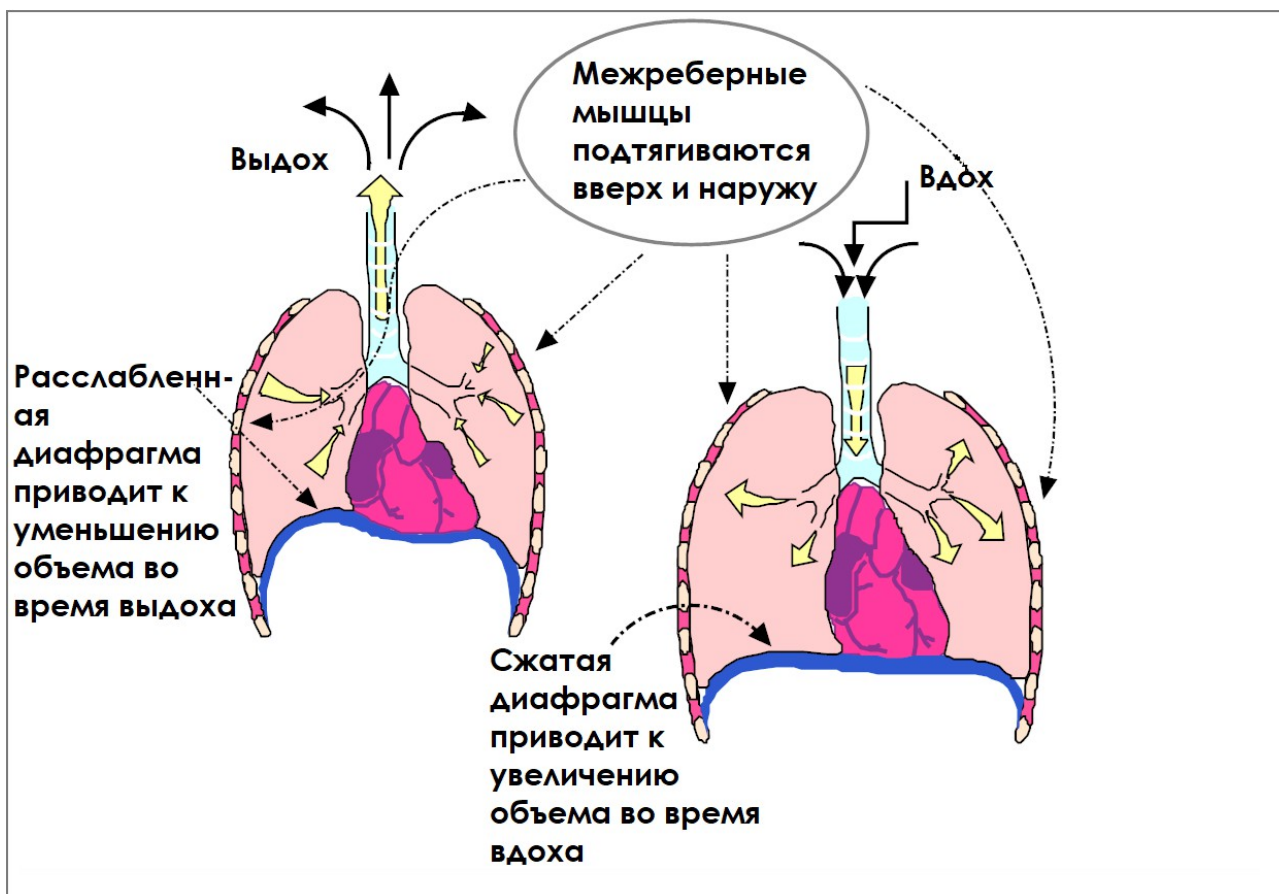
3. Дыхание приводит к тому, что давление внутри легких становится ниже, чем снаружи, и, таким образом, воздух течет внутрь (закон Бойля), аналогично концепции забора жидкости в шприц. Это отрицательное внутрилегочное давление становится возможным за счет расширения легких в результате вентиляции диафрагмы и межреберных мышц;

4. Мышцы нормального спокойного вдоха (эйпноэ) включают диафрагму и внешние межреберные кости. Диафрагма – это большая мышца куполообразной формы, которая отделяет брюшную полость от грудной полости. Диафрагма прикрепляется к груди и является мышцей, наиболее ответственной за евпнейное

дыхание. Во время нормального спокойного дыхания диафрагма сжимается, опускаясь примерно на полдюйма в брюшную полость. В результате грудная полость растягивается вниз, увеличивая свой объем;

5. Одновременно сокращение внешних межреберных мышц приподнимает грудную клетку и тянет грудину наружу. Наружные межреберные мышцы иннервируются нервами, отходящими с первого по одиннадцатый грудные сегменты позвоночного столба;

6. Легкие пассивны. Они не способны расширяться или сжиматься сами по себе и подвержены воздействию внешних сил, подобно тому, как губка впитывает и выделяет воду. Каждое легкое покрыто одной сплошной серозной тканью, называемой плевральной оболочкой. Часть париетальной плевры прикрепляется к внешней стенке грудной полости, а висцеральная плевра соединяется непосредственно с легкими. Это создает небольшое пространство между двумя плеврами, которое называется интраплевральным пространством или плевральной полостью. Обе плевры выделяют жидкость в полость, что снижает трение между ними. Непосредственно перед вдохом давление в плевральной полости примерно на 4 мм рт. ст. ниже атмосферного. Это отрицательное давление между мембранами плевры удерживает легкие втянутыми к грудной стенке, предотвращая их коллапс внутрь. По мере расширения грудной полости легкие втягиваются в расширенный режим, снижая давление в альвеолах (внутрилегочное давление), в результате чего воздух втягивается в легкие;



7. Комбинация сокращений диафрагмальных и межреберных мышц приводит к увеличению грудной полости примерно на 500 миллилитров. Это повышение вызывает падение внутрилегочного давления примерно на 1-2 мм рт.ст., и воздух устремляется в легкие;

8. Выдох при естественном дыхании является пассивным и достигается за счет эластичности легких и расслабления инспираторных мышц. По мере того как мышцы расслабляются и легкие оттягиваются, объем грудной полости уменьшается, и больше не существует разницы в давлении между внутренней и внешней частью легких. Кроме того, протоки альвеол и бронхиолы имеют эластичные волокна, которые оттягиваются внутрь, вытесняя воздух. Наконец, притяжение внутрь в результате поверхностного натяжения водяного пара в альвеолах также способствует уменьшению объема легких. Внутрилегочное давление повышается примерно на 1 мм рт. ст. выше атмосферного, чтобы вытеснить воздух из легких.

D. РЕГУЛЯТОРНЫЙ КОНТРОЛЬ ДЫХАНИЯ

1. Вегетативная регуляция внутренних органов тела, включая динамику дыхания, частично контролируется ядрами и центрами ствола мозга;

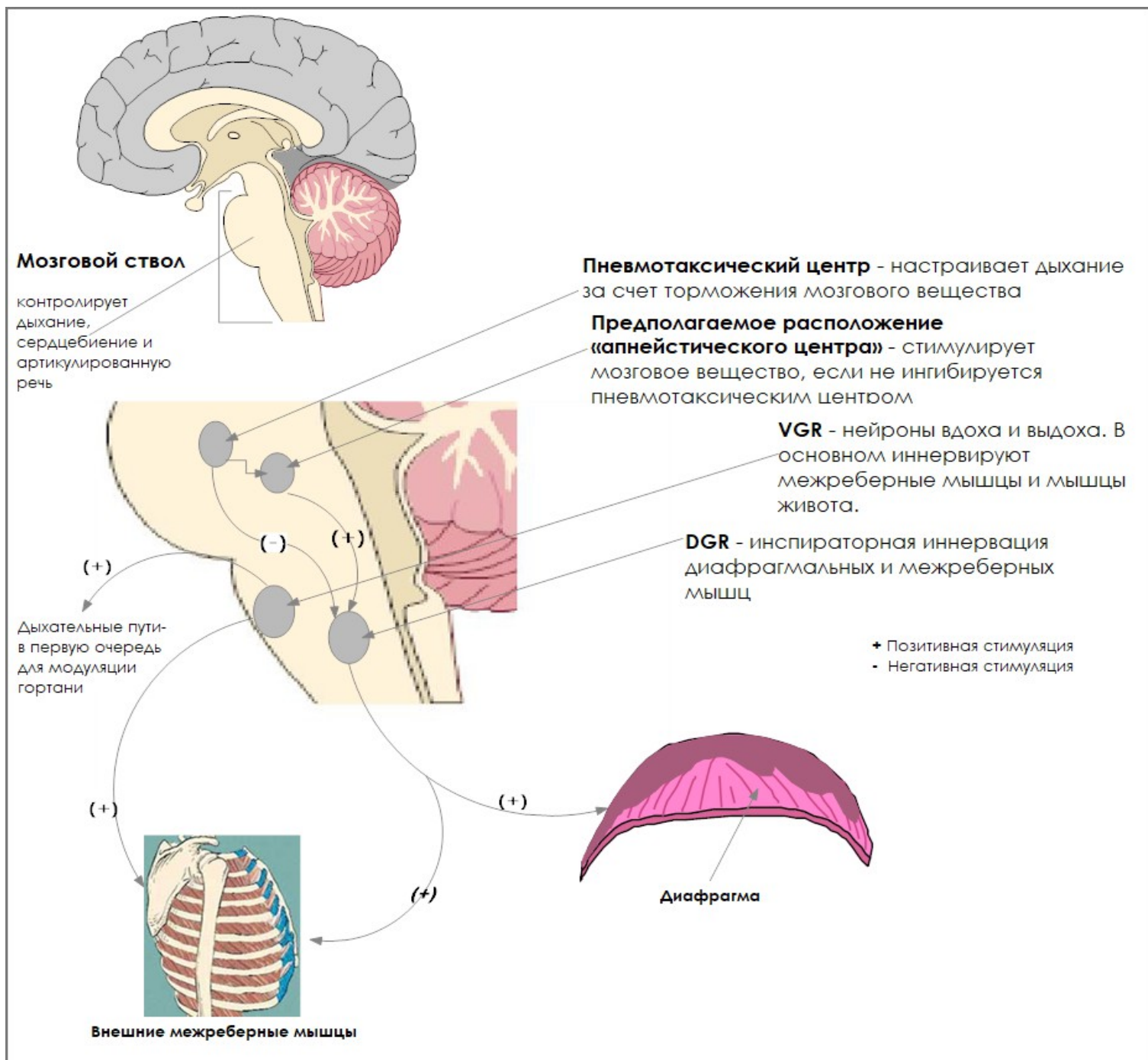
2. Центры ритмики дыхания расположены в нижнем стволе головного мозга, продолговатом мозге, с уточняющими регулируемыми центрами в Варолиевом мосту;

3. В продолговатом мозге ритмический дыхательный центр состоит из двух отдельных дыхательных областей, известных как дорсальная респираторная группа (ДРГ) и вентральная респираторная группа (ВРГ). Нейроны ДРГ (VRG) являются основными иннерваторами диафрагмального нерва и, следовательно, мышцы диафрагмы;

4. ВРГ (VRG) – столбец отдельных ядер, наложенных друг на друга, в основном содержит нейроны выдоха и получает управляющий сигнал от ДРГ. ВРГ также участвует в иннервации гортани и глотки через мотонейроны блуждающего нерва, что помогает поддерживать проходимость дыхательных путей. Во время вдоха ВРГ иннервирует внешние межреберные мышцы и имеет некоторое соединение с диафрагмальным нервом. Экспираторные нейроны, берущие свое начало в ВРГ, проецируются на внутренние межреберные мышцы и мышцы живота. Однако, эти мышцы работают в основном во время интенсивного и быстрого выдоха, например, во время упражнений, когда пассивный выдох может занять слишком много времени;

5. Модуляторные центры, такие как мостовидная респираторная группа (ранее называемая пневмотаксической) и предполагаемый «апнейстический центр», расположенный в верхней части моста, по-видимому, связаны с фазовой активностью. Если существуют ядра, образующие центр апнейстики, кажется, что они могут действовать как «выключатель», прекращающий вдыхание. Хотя этот центр не был

точно идентифицирован, предполагается, что он расположен примерно на том же уровне, что и респираторная группа моста. Исследователи, которые экспериментально перерезали ствол мозга на этом уровне, смогли вызвать апноэ (спазмы или судороги на вдохе), но только если они также обслуживали блуждающий нерв. Это говорит о том, что любой существующий «апноэстический центр» получает сигнал через блуждающие нервы, чтобы предотвратить апноэ. Хотя это и не совсем определено, функция связанных с дыханием нейронов в мосту, по-видимому, заключается в «точной настройке» действия эвпнейного дыхания, помогая обеспечить плавный переход между вдохом и выдохом. Однако на понтомедуллярный центр ритмичности дыхания могут влиять центры эмоциональной лимбической системы, а также когнитивные области коры головного мозга.



Общее расположение ядер центральной нервной системы, отвечающих за ритмический регуляторный контроль дыхания. Общее расположение ДРГ и ВРГ и их влияние на диафрагму и межреберные мышцы при евнейном дыхании.

Е. ОСНОВНЫЕ РЕФЛЕКСЫ, ВЛИЯЮЩИЕ НА ДЫХАТЕЛЬНЫЙ ЦИКЛ

1. Ряд рефлекторных (автоматических) действий может влиять на глубину и частоту дыхания.

2. Рецепторы растяжения в дыхательных путях могут влиять на дыхательный цикл. Один из таких рефлексов рецепторов растяжения, известный как рефлекс раздувания Геринга-Брейера, может привести к снижению дыхательной активности. Когда легкие расширяются за счет легочной инфляции, они активируют датчики этих рецепторов растяжения, которые проецируются через блуждающий нерв в ДРГ и понтинную дыхательную группу. Конечным результатом является расширение бронхов и увеличение времени выдоха, что приводит к снижению частоты дыхания. Похоже, это защитный рефлекс, который разработан, чтобы предотвратить чрезмерное расширение легких.

3. Рецепторы-раздражители расположены по всему дыхательному пути и могут активироваться определенными химическими веществами, газами, дымом, пылью и очень холодным воздухом. Активация передается в основном через блуждающий нерв и может привести к сужению бронхов, которое защищает дыхательные пути от вредного фактора.

4. Хеморецепторы расположены в центре мозгового вещества и периферически в магистральных сосудах шеи. Центральные хеморецепторы чрезвычайно чувствительны к углекислому газу, который является наиболее строго контролируемым химическим фактором. Углекислый газ диффундирует в спинномозговую жидкость и образует угольную кислоту, которая высвобождает ионы водорода, что приводит к падению рН спинномозговой жидкости. Именно эти ионы водорода фактически возбуждают центральные хеморецепторы в мозговом веществе, что, в свою очередь, стимулирует вентиляцию. Однако периферические хеморецепторы более чувствительны к уровню кислорода в крови. Чувствительные к кислороду хеморецепторы расположены в аортальном и сонном теле. Если уровень циркулирующего кислорода существенно падает, они стимулируют частоту и глубину дыхания. В нормальных условиях уровень кислорода в крови влияет на дыхание лишь косвенно, повышая чувствительность центральных датчиков углекислого газа.

ССЫЛКИ И ПРЕДЛАГАЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА

- Berntson, G.G., and Cacioppo, J.T. (2007). Integrative Physiology: Homeostasis, Allostasis, and the Orchestration of Systemic Physiology, in Cacioppo, J.T., Tassinari, L.G., & Berntson, G.G. (Ed.). *Handbook of Psychophysiology, 3rd edition* (pp. 433-449). New York, NY: Cambridge University Press.
- Boucsein, W. (2002). *Electrodermal Activity*, Second Edition. New York, NY: Springer.
- Cannon, W.B. (1932). *The Wisdom of the Body*. New York: Norton Press.
- Handler, M. D. & Reicherter, J. M. (2008). Respiratory blood pressure fluctuations observed during polygraph examinations. *Polygraph*, 37(4), 256-262.
- Handler, M.D., Rovner, L. and Nelson, R. (2008). The concept of allostasis in polygraph testing. *Polygraph*, 37(3), 228-233.
- Handler, M.D., Reicherter, J., Nelson, R. and Fausett, C. (2009). A respiration primer for polygraph examiners. *Polygraph*, 38(2), 130-144.
- Handler, M.D., Nelson, R., Krapohl, D.J. and Honts, C.R. (2010). An EDA primer for polygraph examiner. *Polygraph*, 39(2), 68-108.
- Handler, M.D., Nelson, R., Krapohl, D.J. & Honts, C.R. (2011). An updated EDA primer for polygraph examiner. *Police Polygraph Digest*, pp. 9-35.
- Handler, M., Deitchman, G., Kuzcek, T., Hoffman, S. and Nelson, R. (2013). Bridging emotion and cognition: A role for the prefrontal cortex in polygraph testing. *Polygraph*, 42(1), 1-17.
- Marieb, E.N. (1999). *Human Anatomy & Physiology*. Old Tappan, NJ: Benjamin.
- Janig, W (2006). *The Integrative Action of the Autonomic Nervous System: Neurobiology of Homeostasis*. New York: Cambridge University Press.
- Schulkin, J. (2003). Rethinking Homeostasis, Allostatic Regulation in Physiology. Cambridge, Mass: The MIT Press.
- Sterling, P. (2004) Principles of Allostasis: Optimal Design, Predictive Regulation, Pathophysiology and Rational Therapeutics. In Schulkin, J. (Eds.). *Allostasis, Homeostasis, and the Costs of Adaptation*. Cambridge, Massachusetts: The Cambridge University Press.