

МОДУЛЬ 1. Сенсорные системы

1.1 Человеческие ощущения и движения

Цель этого курса - приблизить нейробиологию к спортивным практикам, а также к двигательным практикам, связанным со здоровьем. Мы разработаем общую и глобальную вводную структуру, касающуюся нейробиологии в ее отношении к моторным навыкам человека. Цель состоит в том, чтобы найти подход профессионалов в области физических упражнений к предмету, который из-за своей сложности обычно не учитывается. Однако его применение может способствовать техническому обучению, двигательному обучению и спортивным достижениям, а также оздоровлению посредством адаптированных упражнений. Данный вводный курс поспособствует глобальному пониманию концепций, воодушевит заинтересованных продолжить углубление в этих исследованиях и отважиться реализовать конкретные приложения.

Давайте вспомним, что на самом деле существует нейробиология. Сегодня мы говорим о нейробиологии как о наборе дисциплин, целью которых является изучение человеческого мозга и его приложений в различных измерениях и дисциплинах (таких как маркетинг, принятие решений в рамках бизнеса и другие). На самом деле существует нейробиология. Из данной дисциплины мы возьмем некоторые элементы, которые позволят нам не только понять причину некоторых выдающихся спортивных достижений, но и причину неудач, ошибок, неспособности достичь некоторых целей. Будут представлены существующие методологии и предложены новые возможности.

1.1.1 Определения и компоненты сенсорных систем

Характер всей последующей обработки информации зависит от количества и качества информации, которую могут собирать наши разные получатели. Восприятие едва ли точнее сенсорной информации. Точно так же идеомоторное представление вряд ли лучше, чем само восприятие. Следуя тем же рассуждениям, моторная логика, принятие решений и моторное программирование не будут лучше предыдущих шагов. Когда эфферентный или моторный разряд сам покидает кору головного мозга, контроль над моторикой будет гораздо меньше. Поэтому в процессе приобретения, улучшения, стабилизации и переменной доступности добровольной практики мы сильно зависим от количества и качества информации, которую могут предоставить наши сенсорные системы. Тогда с этой темы удобно начать изучение нашего предмета.

Одной из наиболее важных функций нервной системы является получение информации о физических и химических состояниях внутренней и внешней среды тела и возможных вариациях. Эта информация имеет решающее значение для поддержания гомеостаза, противодействия гетеростазу и адаптации к условиям окружающей среды. У всех сенсорных систем есть общие характеристики, как в анатомии, так и в основных функциях их компонентов.



Одна из важнейших функций нашей нервной системы - сбор информации из окружающей среды (как внешней, так и внутренней). Качество и актуальность этой информации и ее последующая интерпретация зависят от формирования поведения, которое позволяет нам адаптироваться к окружающей среде (из которой, кроме того, устраняются проблемы, которые могут лишить нас шансов на выживание), а также трансформировать контекст и улучшать условия текущего существования.

Мы начнем с определения сенсорной системы как набора органов, проводящих путей и центров нейронной обработки, специализирующихся на сборе информации из окружающей среды (как внешней, так и внутренней), интеграция которых позволяет запускать последующие шаги, связанные с моторным программированием и самим исполнением. Фактически, сигналы от сенсорных систем имеют решающее значение для двигательной адаптации, когда движение запускается из коры головного мозга. Это набор структур, которые были очерчены на протяжении всей эволюционной истории для сбора соответствующей информации, необходимой для последующего развития адаптивного поведения.

Компоненты сенсорной системы

Сенсорная система состоит не только из рецепторов, но и из целого ряда структур, которые дополняют их работу. У нас также есть афферентные пути или пути передачи собранной ими информации, называемые путями чувствительности. Кроме того, существуют синаптические ретрансляционные или коммутационные центры, как премедуллярные, так и прекортикальные. Эти центры обработки информации существенно изменяют информацию до того, как она получит доступ к первичным коркам.

У нас также есть области первичной проекции в коре головного мозга, где эта информация изначально принимается и продолжает обрабатываться. Мы добавляем другие структуры, такие как, например, приложения или аннексирование к рецепторам, которые защищают и взаимодействуют с поглощением и усилением стимула.

Мы начнем с анализа компонентов сенсорной системы, а также того, как и каким образом собирается полезная информация для настройки программ, в дополнение к феномену моторного обучения. Можно выделить пять компонентов, а именно:

- **Рецепторы:** гистологические анатомические структуры, специализирующиеся на приеме и передаче определенного сенсорного стимула.
- **Аннексирование к рецепторам:** анатомо-гистологические структуры, связанные с рецептором, которые защищают, взаимодействуют и усиливают усвоение информации.
- **Афферентные пути:** состоят из набора сенсорных нейронов, передающих информацию в высшие центры.



- **Центры интеграции:** это анатомические центры в центральной и периферической нервной системе, которые служат ретрансляторами и переключателями информации (спинной мозг, спинномозговой узел, таламус).
- **Области корковых проекций:** это определенные секторы коры головного мозга, куда сенсорная информация поступает в первую очередь для последующего анализа (17, 42, 3, 1, 5, 7).

Рисунок 1: Компоненты сенсорной системы



Источник: собственная разработка.

Мы сосредоточимся на сенсорных системах, которые предоставляют ценную информацию для моторного обучения, таких как проприоцептивная информация, тактильная чувствительность, вестибулярная чувствительность, зрение и слух. Мы также будем рассматривать тех, кто вносит свой вклад в решение проблем с моторикой, как в спортивной жизни, так и в повседневной жизни.

Первыми из элементов, которые составляют сенсорные системы, являются рецепторы, и с них мы и начнем анализ. Это нежные клетки, или нервные терминалы, адаптированные и специализирующиеся на первоначальном сборе информации, как из



внешней среды, так и из внутренней среды. Экологическая информация передается в виде волнистых или аналоговых сообщений, таких как звуковые или световые волны, и одна из больших функций этих специализированных ячеек заключается в преобразовании этой информации в цифровые коды. То, как наша нервная система расшифровывает эти стимулы, является именно цифровым. В нашей нервной системе циркулирует не аналоговая информация, а информация цифрового типа. Подобно коду Морзе, наши нейроны передают потенциал действия с различными частотами, т.е. нейронные сообщения, образованные посредством модификации информации об окружающем мире в тип информации, которая циркулирует конкретно в нашей нервной системе, как центральной, так и периферической.

Классификация

Критерии предложения таксономии различны, поскольку они зависят от первоначально рассматриваемой точки зрения. Одним из таких критериев является именно происхождение стимула или происхождение этого происхождения. С этой точки зрения одной из наиболее традиционных форм классификации является классификация, которая проводит различие между атероцепторами и экстероцепторами. Когда мы говорим об итероцепторах, мы имеем в виду те рецепторы, которые были профилированы для сбора информации из нашей внутренней среды. Некоторые понимают, что существует два типа атероцепторов: внутренние и проприоцепторы, при этом они включают не только те, которые предоставляют информацию о сухожилиях, мышцах и суставах, но и те, которые предоставляют информацию из вестибулярного аппарата, который учитывает положение нашей головы, ее ускорение, замедление и вращения. Некоторые даже предпочитают включать прикосновения и ноцицепции в качестве способа итероцепции.

В пределах экстероцепторов (приемников расстояния) у нас есть приемники, где информация не требует прямого контакта с нашими структурами (например, зрение и слух), а у других рецепторов, как, например, контактные рецепторы (вкус, запах или осязание), такое воздействие необходимо. Прикосновение — это чувство, что не все исследователи согласны включить в число независимых рецепторов, либо рассматривают его как часть антероцепторов или экстероцепторов. Возможно, все чувства являются различными режимами прикосновения.

- **Итероцепторы**

- Виссероцепторы: отчет о состоянии наших органов, непосредственно не связанных с осанкой и движением (включая системы, которые обеспечивают сосудистую, сердечную, дыхательную, желудочно-кишечный тракт и даже эндокринную и иммунную системы, включая ноцицепторы).
- Проприоцепторы: Мы имеем не только рецепторы, что предоставляют информацию о сухожилиях, мышцах и суставах, но и рецепторы, которые предоставляют информацию о вестибулярной системе. Прежде всего, фасции (т.е. различные системы, специализирующиеся на осанке и контроле движения).



- **Экстероцепторы:**

- Зрение
- Слух
- Такт
- Вкус
- Запах

Другой способ классификации - по модальности стимула. С этой точки зрения мы можем перечислить:

- Фотоцепторы: чувствительны к световым раздражителям.
- Механоцепторы: они чувствительны к стимулам механической деформации.
- Терморецепторы: они чувствительны к тепловым раздражителям (внутренним и внешним).
- Хеморецепторы: позволяют фиксировать состояние концентраций различных химических компонентов в нашем организме.
- Электроцепторы: они чувствительны к естественным электрическим раздражителям.

Существуют различные классификации рецепторов, но все они выполняют именно функцию сбора информации и преобразования ее в данные, которые могут обрабатываться нашей нервной системой (как периферической, так и центральной).

1.1.2 Сенсорная физиология

Принципы сенсорной физиологии

Далее мы опишем некоторые внутренние функции сенсорных систем, чтобы понять, как они влияют на наши телесные практики. Знание этих аспектов позволяет нам понять некоторые явления, такие как нефункциональный мышечный гипертонус, техники PNF (проприоцептивная нервно-мышечная фасилитация), трудности в сборе информации и моторное обучение, среди прочего. Мы можем применить эти знания в нашей практике обучения.

Все сенсорные системы имеют афферентный нейрон, центр интеграции или переключения, а также область первичной проекции и эфферентный путь для моторной модуляции активности. Афферентный нейрон - это тот, который передает информацию от рецептора в центры интеграции и в нашу SNP (периферическую нервную систему). Некоторые из этих сенсорных нейронов представляют особый интерес, такие как IA, IB и тип IIA, который передаёт проприоцептивную информацию в центральную нервную систему. От качества информации, которую они передают (не забывая о задаче самого получателя), во многом зависит возможность распознавания наших позиций и, наконец, управления движением.



Центры преко́ртикальной интеграции - это точки переключения стимулов, где большая часть стимула фильтруется или смешивается, прежде чем перейти к коре головного мозга. Например, информация, полученная от нашего тела проприорецепторами (интрафузальные волокна, органы Гольджи), модулируется в домедуллярных центрах переключения, обнаруженных в спинномозговых ганглиях. Спинной мозг, в свою очередь, представляет собой небольшой мозг, который объединяет информацию с возможностью ее модификации, прежде чем он продолжит свой путь к более высоким структурам. Таламус - это еще один центр, где информация передается в кору головного мозга. Мы наблюдаем, что информация, которая в конечном итоге достигает коры головного мозга и областей первичной проекции, очень отличается от той, которая первоначально изменяла потенциал покоя наших рецепторов.

Элементы сенсорной физиологии

Чтобы немного лучше понять основы сенсорной физиологии, необходимо принять во внимание следующие аспекты:

Соответствующий стимул: относится к типу информации, позволяющей вывести приемник из состояния покоя. Например: адекватным стимулом для мышечных проприорецепторов является продольная деформация интрафузальных волокон, особенно в их центральной части. Это не означает, что в определенных ситуациях они могут реагировать на другой тип стимула. Подходящим стимулом для активации суставных рецепторов является, среди прочего, сжатие, которое позволяет изменять состояние, в котором эти рецепторы находятся. Подходящим стимулом для активации слуховой системы являются колебания воздушной среды определенной частоты, которые улавливаются барабанной перепонкой и передаются в среднее и внутреннее ухо. Все сенсорные системы реагируют на соответствующие стимулы, которые позволяют продвигать сенсорную модальность, по которой они специализируются.

Сенсорное единство и рецептивное поле: относится ко всем рецепторам, которые иннервируются одним и тем же сенсорным нейроном. В нашем теле есть участки, в которых сенсорный нейрон принимает небольшое количество рецепторов, поэтому нам нужно больше сенсорных нейронов, чтобы покрыть весь этот сектор. В этих секторах с более высокой плотностью восприятия мы можем иметь ограниченный доступ к информации. В случае прикосновения, например, в коже имеется большое количество рецепторов, которые иннервируются одним сенсорным нейроном.

Мы можем провести небольшой эксперимент с двумя зубочистками: если вы поместите их на определенном расстоянии друг от друга и сожмёте, вы, вероятно, почувствуете два раздражителя. Напротив, если вы будете приближаться к ним медленно, вы начнете ощущать их как один стимул вместо двух. Это происходит потому, что указанный стимул принимает одно и то же сенсорное поле, и возникает одно ощущение укола вместо двух. Воспринимающие поля намного меньше в тех местах нашего тела, которые требуют более тонкой обработки информации (например, в руке, губах, пальцах); и они намного больше в местах, где собирается наименьшее количество информации тактильного характера (икры, бедра, спина).



Преобразование и аналого-цифровое преобразование: Это два интересных явления, которые необходимо объяснить. Наш рецептор находится в состоянии, называемом потенциалом покоя (химическое состояние рецептора), и это соответствует определенной концентрации ионов, одни с положительным зарядом (катионы), другие с отрицательным зарядом (анионы). Все они находятся внутри приёмника. Когда источник энергии передается (по природе) волнообразным или аналоговым образом и вступает в контакт с приемником, первое, что он генерирует, - это изменение его химического состояния. Это способствует феномену, называемому рецепторным потенциалом, который является не чем иным, как модификацией его потенциала покоя. Это простое явление и есть настоящая трансдукция.

Чтобы этот рецепторный потенциал мог вызвать изменение в природе сообщения, передаваемого сенсорным нейроном, он должен превышать определенный порог. Когда он это делает и генерирует изменение рисунка разряда за единицу времени, это происходит тогда, когда, помимо явления преобразования, реализуется аналого-цифровое преобразование. Это может быть преобразовано в создание сенсорного сообщения, которое будет передаваться в ретрансляционные системы нашей ЦНС (центральной нервной системы). Интересно отметить, что существует большой объем информации, который достигает наших рецепторов и вызывает изменения потенциала покоя, но он недостаточно интенсивен, чтобы изменить потенциал покоя сенсорного нейрона, а потому не вызывает аналого-цифрового преобразования. Следовательно, мы не можем иметь когнитивный доступ к этому типу информации (ультрафиолетовые лучи, инфракрасные лучи, инфразвук, магнитные волны).

Это та же информация, которую могут улавливать другие виды, и узнавание, знание или поведение происходит при наличии тех же стимулов.

Есть случай, который стоит процитировать и пояснить: наши проприорецепторы постоянно передают информацию в ЦНС. Когда происходит изменение специфических потенциалов действия проприорецепторов, характер сообщения изменяется, а частота увеличивается или уменьшается в единицу времени. Контраст между состоянием покоя (когда проприорецептор излучает информацию) и движением (когда модификация проприорецептора изменяет нейронное сообщение) позволяет учесть движение. Тот факт, что проприорецепторы генерируют информацию, которая постоянно передается в ЦНС, позволяет нам обосновать чувство, называемое статестезией, или чувством положения. Это оправдывает то, что называется кинестетическим чувством или кинестезией. И статестезия, и кинестезия изначально зависят от информации, полученной проприорецепторами, поэтому как в состоянии покоя, так и в движении у нас есть постоянная загрузка информации в ЦНС. Так сказать, наши проприорецепторы никогда не отдыхают, и это есть эволюционное биологическое преимущество для выживания. В случае нашей слуховой системы, если нет стимула, потенциал действия по отношению к ЦНС не генерируется.

То же самое происходит со зрением: если нет стимуляции фоторецепторов (фотонами), изменяющей состояние палочек и колбочек, мы не имеем визуальной информации. Но в случае проприоцепции, как в покое, так и в движении, мы постоянно загружаем информацию в ЦНС, что позволяет нам различать покой, движение и положение; а



также давления, сжатия и напряжения, которые являются контрастами между потенциалами действия, исходящими от проприорецепторов и проходящими через сенсорные пути.

После выписки: Еще одно интересное явление в сенсорной физиологии - это то, что мы называем послеродовой разрядкой. После того, как рецептор был изменен в своем потенциале покоя, он может вернуться в то же состояние более или менее быстро. Когда требуется время, чтобы вернуться к своему потенциалу покоя, несмотря на отсутствие стимула, который генерировал рецепторный потенциал, то есть когда у нас возникает ощущение присутствия стимула, даже если он больше не имеет контакта с рецептором. Например: когда вы долгое время носите шляпу, вы снимаете шляпу и чувствуете, что все еще носите ее. Это связано с тем, что рецепторы продолжают загружать информацию о пластической деформации механических рецепторов кожи.

Адаптация: это еще одно важное свойство, с важными последствиями для обучения. Это происходит, когда нервное сообщение, порожденное наличием стимула, не продолжается даже в условиях сохранения того же стимула, который продолжает изменять состояние рецептора. Эта адаптация рецепторов к присутствию стимула является одним из больших рисков, которые мы должны избегать в моторном обучении и обучении технике. Адаптация приемников (главным образом проприоцепторов) представляет огромную опасность для прогресса по части моторной производительности и переменной доступности жестов. Из-за отсутствия стимула изменчивости, рецепторы больше не предоставляют дифференциальную информацию ЦНС, и это может способствовать тому, что мы знаем, как стереотипы. Это явление, которое вызывает нежелательные эффекты (такие как невозможность прорыва скоростного барьера, трудности с изменением ритмов, блокировки в моторном обучении, застои в обучении технике, трудности в получении новых видов информации) усложняет спортивные показатели. Короче говоря, это способствует серьезным проблемам для эволюции моторного обучения. Стимулирование рецепторов в целом (и проприоцепторов в частности) разнообразными способами с целью избежать адаптации является одной из наиболее важных задач дидактического вмешательства в любой физиологической практике. В других случаях, таких как неврологическая реабилитация, адаптация этих рецепторов может быть преимуществом.

Параметр нейронных сообщений: еще один интересный элемент для изучения в сенсорной физиологии - это то, что мы называем параметром нейронных сообщений. Информация через наши афферентные и эфферентные пути циркулирует как потенциал для действий. Это огромная проводка, и благодаря синаптической связи данные проходят через цифровые технологии. Нейронные сообщения имеют разные компоненты: частотный код, код времени, пространственный код и фазовый код. Подобно коду Морзе, который с его изменчивостью во времени, тишиной и паузами отличает информационные сообщения друг от друга. Это позволяет нам воспринимать внутренний и внешний мир.

Таким образом, они циркулируют через нашу нервную систему потенциал для действий, а не значения или изображения. Одна из великих загадок нейробиологии и философии ума заключается в том, чтобы понять, как значения циркуляции этих потенциалов



действия извлекаются и как это влияет на разработку нашего поведения или генерирует эмоциональные реакции или ответы на эти значения. Сказать, что наша нервная система подобна огромной кабельной комнате, через которую проходит потенциал для действий или цифровых сообщений, это не есть простое сравнение. Мы не хотим сказать, что человек есть именно это, но мы признаем эту реальность.

Рисунок 2: Основные элементы сенсорной физиологии



Источник: собственная разработка.

Выводы и перспективы

В заключение мы осмеливаемся утверждать, что понимание явлений сенсорных систем и их углубленное изучение имеет очень важное значение для принятия решений, связанных с движением человека. Из этих запросов можно сделать ряд интересных выводов:

- Степень или уровень предварительной подготовки по этим каналам доступа к информации будет зависеть от построения будущего обучения.
- Феномен ощущений можно тренировать, как и феномен восприятия.
- Следовательно, все, что мы можем сделать, в отношении тренировки и активации сенсорно-перцептивных каналов посредством стимуляции информационных афферентных путей к ЦНС, улучшает качество последующего моторного обучения, особенно на начальных этапах психомоторной подготовки человека (не только спорт).



- Эта сенсорно-перцептивная дискриминационная тренировка затем способствует всем процессам, связанным с закреплением хороших частей движения и постепенным устранением ошибок на основе соответствующей интерпретации исправлений.
- Из этого знания вытекает большое количество дидактических последствий, связанных с необходимостью предлагать специальные стратегии для тренировки сенсорной функции и функции восприятия.

1.1.3 Маршрут обработки информации в сенсорных системах

Когда стимул вступает в контакт с рецептором, он изменяет свое состояние или потенциал покоя и изменяет состояние или потенциалы действия, стимулируя сенсорные нейроны. Затем эти модификации проходят через центр коммутации и продолжают свой путь к первичной коре головного мозга, где информация распределяется в различных нейронах, специализирующихся на реагировании на очень специфические особенности объекта. Это маршрут стимула.

Давайте также помнить, что в каждом акте сенсорного восприятия задействованы двигательные функции, потому что существует определенное двигательное действие, направленное на улучшение качества сбора информации. Сенсорные системы имеют (в качестве основных компонентов) мотонейроны, которые модулируют активность рецепторов, что позволяет усилить ввод информации или ограничить ее, чтобы избежать повреждения этих клеток, специализирующихся на приеме. В связи с вышеизложенным мы хотим усилить эту идею: каждой сенсорной системе присущи двигательные функции, то есть имеются определенные моторные навыки, участвующие в модуляции сенсорных систем для улучшения качества сбора информации как из внутренней, так и из окружающей среды. Например: для сбора информации о состоянии длины мышцы рецепторами, называемыми интрафузальными волокнами. У нас также есть двигательные системы (гамма-двигательная система), которые позволяют нам регулировать или калибровать состояние этого рецептора для сбора соответствующей информации о длине мышцы. Зрительная функция также включает двигательные задачи, которые модулируют активность радужной оболочки, открывая или закрывая веко, что позволяет проникать большему или меньшему количеству света. В свою очередь, в той же зрительной функции у нас есть двигательные нейроны, которые модулируют активность внешних мышц глаз, чтобы постоянно захватывать с помощью разных палочек или колбочек один и тот же объект и, таким образом, позволять тем участкам мозга, что изначально это делали, повторно синтезировать ваши нейротрансмиттеры, которые могут использоваться для обработки новой информации. Это есть микродвижения, созданные для улучшения качества сбора информации. Прием информации - это не пассивное явление, а активное двигательное событие.

Эта обработка информации или эти премедуллярные и постмедуллярные переключатели имеют обязательное реле в различных ядрах таламуса, где информация снова переключается, интегрируется и также, много раз, изменяется, прежде чем достигнет коры головного мозга.



Информация подвергается перекрестной обработке, то есть, когда мы используем набор сенсорных систем полушария, почти все эти данные обрабатываются сенсорным полушарием на противоположной стороне. Например, наши правые сенсорные системы предоставляют информацию левому полушарию головного мозга, и таким же образом все сенсорные системы на левой стороне предоставляют информацию правому полушарию головного мозга. Что касается вышеизложенного, в последние годы субъекты были классифицированы как однородные и гетерогенные: первые - это те, которые преимущественно захватывают информацию из одного полушария, а гетерогенные - те, которые делают это из обоих полушарий сбалансированным образом. Эта классификация предназначена не только для сбора информации, но и для двигательных действий. Однородными в данном случае являются те, которые преимущественно используют одно полушарие в действиях тонкой и грубой координации, в то время как гетерогенные используют оба полушария пропорционально для этих действий.

Существуют оценки, позволяющие выявить это преобладание, независимо от того, относится ли это к спортивным дисциплинам. Полезность этих тестов различна. Из них можно кристаллизовать дидактические последствия, чтобы усилить сторону, которую мы используем меньше всего, или оптимизировать навыки доминирующей стороны. В нашей практике, когда мы используем этот тип оценки, мы принципиально пытаемся сбалансировать качество сбора информации сенсорными системами, распределенными в любом из двух полушарий. Это происходит особенно, если субъект склонен недооценивать одну из них, потому что мы понимаем, что чем больше информации мы собираем от сенсорных систем, чем меньше используем, тем больше у нас будет способность принимать правильные решения и улучшать моторное программирование. Исходя из этих основ, становится ясным основной вопрос, а именно: что лучше - быть разнородным или однородным? Это вопрос, на который мы не сможем ответить, и это то, что будущие научные исследования должны будут раскрыть. С другой стороны, мы могли бы сослаться на случаи спортивного гения с обоими характеристиками.

Информация пересекается перед обработкой в таламусе. Чтобы проиллюстрировать функцию таламуса, мы можем представить себе международный аэропорт, куда прибывают рейсы со всего мира и из которого внутренние рейсы отправляются во внутренние районы страны. Таким же образом вся сенсорная информация (кроме обонятельной) достигает таламуса, прежде чем продолжить свой путь к первичной коре для ее подробного анализа.

Рисунок 3: Информационный маршрут





Источник: самодельный.

Именно количество и качество информации, которую могут собирать наши получатели, зависит от качества всей обработки информации.

Качество обработки всей информации, опять же, будет зависеть от количества и качества информации, которую могут собирать наши получатели.

Восприятие никогда не будет лучше по качеству, чем то, что могут обеспечить сенсорные системы. Поэтому представление никогда не будет лучше, чем восприятие и двигательная логика, точно так же, как принятие решений и двигательное программирование не будут лучше, чем предыдущие шаги. Вот почему в процессе достижения улучшений, стабилизации и переменной доступности произвольной практики мы очень сильно зависим от информации, которую наши сенсорные системы могут включать или предоставлять. Одна из важнейших функций нашей нервной системы - сбор информации как из внешней, так и из внутренней среды, потому что качество этой информации и ее интерпретация зависят от формирования поведения, которое позволяет нам адаптироваться к окружающей среде.

Это дает нам возможность развиваться как вид и выжить во времени.

Сенсорные системы легко обучаемы, и их важность заключается в том, что последующий психомоторный процесс зависит от этого этапа получения информации. Такие системы являются критически важными каналами доступа к данным. Остальная часть психомоторного процесса будет зависеть от их способности собирать и передавать информацию.



Также важно помнить, что это за сенсорные системы и каково их значение в различных видах спорта, знать, как их оценивать, знать основы дидактики их тренировок, стимулировать их у детей с раннего возраста и противодействовать их инволюции в более старшем возрасте.

Последствия их обучения заключаются в важности предотвращения травм из-за их стабилизирующего воздействия на суставную систему, окончательной модуляции сенсомоторных ориентиров, придающих точность жесту, дозировке уровней приложения силы во всем, их проявления и величины, а также автоматическое определение функциональных аномалий с последующим регулированием усилия.

1.1.4 Важность афферентных процессов для правильного нейромоторного программирования, выполнения и контроля движений.

Информация, которая была собрана рецепторами и изменила состояние сенсорного нейрона, продолжает свой путь к центрам управления. Здесь кора головного мозга переключается и наконец становится доступной (данные области мы называем областями первичной проекции или полосатыми областями), которые специализируются на получении этой информации после ее обработки различными боковыми коленчатыми ядрами таламуса и другими предыдущими инстанциями. Среди основных проекционных областей, которые нам нужны для нейромоторного программирования, мы можем упомянуть: в затылочной доле, область Бродмана 17; в височной доле - область 41; в теменной доле (восходящая теменная извилина) области 3, 1 и 2 для обработки механической, термической и болезненной информации, область 5 для проприоцептивной информации и область 7 для вестибулярной информации.

Какую особенность представляют эти области первичной проекции? Следует учесть несколько интересных моментов:

- Во-первых, размер, присвоенный каждой части тела в каждой области первичной проекции, зависит от плотности рецепторов, которые есть в этом секторе тела. Вот почему была построена идея маленького человека или сенсорного гомункула, чтобы учесть плотность и размер в этой области первичной проекции, которая соответствует количеству рецепторов, которыми обладает эта часть тела.
- Во-вторых, эти области отображают распределение рецепторов в остальной части нашего тела. Иными словами: чтобы осознать внутренний и внешний мир и иметь возможность построить объект восприятия, наш мозг должен отображать распределение систем сбора информации, которые находятся на периферии нашего тела. Наш мозг, в некотором смысле, также является небольшой картой, которая учитывает распределение рецепторов на периферии, и эта рециркуляция информации, захваченной с периферии указанными структурами ЦНС, - это то, что позволяет нам осознавать не только внешний мир, но и генерировать феномен самосознания. Короче говоря, это позволит нам обнаруживать не только то, что мы воспринимаем, но и внешний, и внутренний мир.



Кора головного мозга имеет 6 нейрональных слоев (ганглиозный, внешний гранулярный, внешний пирамидальный, внутренний гранулярный, внутренний пирамидальный и множественный). В свою очередь, в областях первичной сенсорной проекции (названных выше) два начальных четных слоя (2 и 4, которые называются зернистыми) имеют большую толщину, чем другие, потому что они являются секторами, которые получают информацию.

Следует учитывать одну деталь: когда информация достигает области первичной проекции, это происходит не случайно, а скорее следует по очень специфическому маршруту движения в гранулированных слоях.

Еще одна интересная деталь зон первичной проекции: есть топография, которая учитывает распределение рецепторов по периферии. Например: каждый сектор сетчатки соответствует определенному сектору в области первичной зрительной проекции или области 17 Бродмана, определенному набору нейронов (стержни сетчатки соответствуют сектору APP (Primary Projection Area), более внешние и конусы соответствуют более глубокому или центральному сектору). В этих областях первичной проекции доступ к информации упорядочен. Существует структурный и функциональный порядок для лучшего качества сбора информации. Стимулы, которые получают нейроны, объединяются в гранулярные слои, которые следуют определенному порядку.



1.2 Сенсорные модальности

Сенсорная модальность:

Сенсорная модальность специфична для сенсорных систем для получения информации одного типа, а не другого, хотя она не является исключительной.

Например: зрительная система предназначена для захвата света. Палочки и колбочки активируются в результате химического процесса в сетчатке, который запускается доступом световой информации. Однако, если мы закрываем глаза, и активируется слуховая стимуляция, мы также можем активировать палочки и колбочки и генерировать визуальную информацию, то есть задействованы те же рецепторы, что специализируются на улавливании информации из определенной модальности и которые также могут в конечном итоге захватывать информацию из другой области. Однако сенсорная модальность относится к тому типу информации, для которого эти системы специализируются.

1.2.1 Проприоцепция

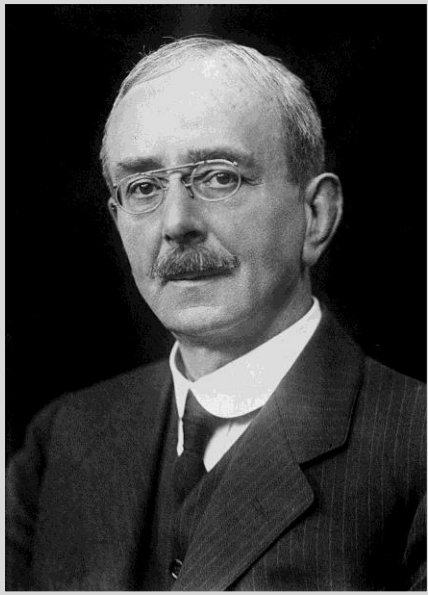
Термин проприоцепция был введен в обращение в конце 19 - начале 20 веков Чарльзом Скоттом Шеррингтоном (лауреатом Нобелевской премии 1932 года по медицине). «Проприо» происходит от «собственный», «сensation» происходит от «рецепции», следовательно, проприоцепция означает «получать информацию от себя».

Проприоцепция представляет собой сенсорную систему, которая предоставляет информацию, способствующую общему восприятию нашего тела в состоянии покоя или в движении. Этот компонент восприятия рождается от возбуждения рецепторов, расположенных в коже, суставных капсулах, мышцах, сухожилиях, рецепторах лабиринта.

Но его ключевой аспект - это то, как высшие нервные центры анализируют эту информацию. Задача проприоцептивной системы - проверять состояние периферических систем, ответственных за движение и неподвижность или положение. Проприорецепторы оценивают, считают, взвешивают состояние эффекторов, отвечающих за положение и движение. Мышечная система является рабом пассивного двигательного аппарата, но последний является рабом не только механических сил, которые воздействуют на наше тело, но и других функциональных систем, особенно нейроэндокринных (например, нейропептидов и их ключевого влияния на соединительную ткань).

Рисунок 4: Чарльз Скотт Шеррингтон





Источник: Википедия, нет данных, получено с https://en.wikipedia.org/wiki/Charles_Scott_Sherrington

Мы начнем с того, что проприоцепция очень важна для интеграции позы и движения. У Вальтера Гесса была блестящая идея объяснить это на примере акробатов.

3 акробата во взаимодействии, двое из них внизу и поддерживают третьего, который находится над обоими. Мы начнем этот воображаемый анализ с того, что уясним, что задача, которую должен выполнить субъект выше, - это прыгнуть. Что произойдет, если в момент, когда вы намереваетесь начать свой прыжок, двое других (те, кто спорит) отвлекутся или рассредоточатся? Мы могли бы предположить, что во время прыжка третий субъект (прыгающий акробат) оттолкнет своих товарищей, и последовательность не будет выполнена правильно. Если два акробата, выполняющие функцию поддержки, укрепят свою взаимосвязь, только с этого момента, будучи заранее укрепленным и правильно связанным, акробат, находящийся над двумя ассистентами, произведет прыжок более высокого качества и большей поддержки, таким образом снижая риск причинения возможных травм людям, находящимся ниже, в фазе поддержки. Если эти двое будут «вялыми» перед прыжком, они могут даже повредиться.

Кто управляет этим процессом до достижения финального действия, так это мозг. Когда он обнаруживает, что поддерживающие предметы разбросаны, набор мышечных волокон будет подавлен. Учитывая настойчивость в применении высоких уровней силы и в контексте поддержки акробатов в рассредоточенной ситуации, результат вызовет у них возможные травмы.

Вальтер Хесс использовал эту историю, чтобы объяснить взаимосвязь между позой и движением: представьте линию между плечами акробатов внизу и вверху. Ниже линии - «поза», выше линии - «движение»; ниже линии - «тоническая активность», выше - «динамическая»; внизу - «устойчивость», вверху - «тяга». В заключение, ожидание стабилизаторов и позы придает качеству двигательный жест. Для согласования программы, которая обеспечивает качество для человека, и гамма-активность, и альфа-гамма-цикл должны предвосхищать альфа-активность. Другими словами, качество



движения системы движений никогда не может превышать качества различных действий, связанных со стабильностью и осанкой, в том числе для создания или производства больших уровней силы. (Гесс, в Di Santo 2012)

Связь между этим и проприоцепцией заключается в том, что именно действия стабилизирующей системы зависят от качества информации, которую проприоцептивные системы могут генерировать и передавать в центральную нервную систему. Вот почему улучшение проприоцепции оптимизирует качество движений, улучшает передачу и генерацию силы, уменьшая величину тормозных явлений. Этот аспект очень важен для предотвращения травм.

Внутри проприоцепторов мы распознаем несколько типов, с дифференциальными функциями и с афферентными нейронами, общающимися с ЦНС и передающими данные с разными кодами, которые нужно интерпретировать, а, значит, и использовать для генерирования более подходящих регуляций двигательного акта.

Рисунок 5: Проприоцептивные рецепторы

<ul style="list-style-type: none"> • Нервно-мышечные веретена. 	<ul style="list-style-type: none"> • Органы сухожилия Гольджи. 	<ul style="list-style-type: none"> • Рецепторы Руффини 	<ul style="list-style-type: none"> • Органы сухожилия Гольджи.
<p>Мышечный</p> 	<p>Сухожильный</p> 	<p>Суставной</p> 	<p>Сухожильный</p> 
<ul style="list-style-type: none"> • Фатер -получател и Паччини. 	<ul style="list-style-type: none"> • Мейснер, Гольджи - тельца Маццони и Паччини. 	<ul style="list-style-type: none"> • III и IV рецепторы. • Гольджи. 	<ul style="list-style-type: none"> • Мешковидные и утрикулярные пятна. • Проточные Ампулы
<p>Связка - введение капсулы</p> 	<p>Кожный</p> 	<p>В фасциях</p> 	<p>Вестибулярный</p> 

Источник: самостоятельная разработка.

Проприоцептивные рецепторы предоставляют информацию для определения этих понятий:

- **Статестезия:** это чувство положения или неподвижности.
- **Кинестезия:** относится к ощущению изменения положения или движения.
- **Ценестезия:** это восприятие состояния общей готовности органов, устройств и систем для выполнения функций, которые им присущи. Оно включает в себя регистрацию глобального состояния организма для выполнения его собственных

функций, и, с нервно-мышечной точки зрения, возможно, этот тип восприятия можно описать как желание и склонность к движению.

Среди различных проприорецепторов мы можем найти: мышечные (использует и интрафузальные волокна) рецепторы сухожилий, суставные рецепторы (Руффини), связки (описанные Камило Гольджи), рецепторы прикрепления связок кожной капсулы (Фатер-Паччини) (Meiser, Гольджи и Паччини) и рецепторы фасции.

Рецепторы в фасциях, в частности, влияют на регуляцию двигательной активности, а также на регуляцию вестибулярных рецепторов через так называемые макулы (как саккулярные, так и утрикулярные, которые позволяют определять ускорения вперед, вверх и вниз, а также повороты и торможение в поперечной оси) и так называемые ампулы (в полукружных каналах, которые позволяют обнаруживать инициирование и / или ускорение поворотов вокруг продольной и медиальной осей).

Расположение этих проприорецепторов станет ясным, когда мы обработаем их аналитически. В основном, внутримышечные волокна, нервно-мышечные волокна и интрафузальные волокна находятся в средней трети мышечного живота, в то время как органы Гольджи находятся в переходе между мышцами и сухожилиями, поскольку они выполняют функцию определения степени напряжения в мышцах, то есть представляют собой по сути соединительную ткань.

Таким образом, проприорецепторы позволяют нам понять разницу между кинестезией, статестезией и ценестезией. Эти рецепторы имеют особенность постоянно передавать информацию в центральную нервную систему. В состоянии покоя все проприорецепторы (интрафузальные рецепторы, рецепторы сухожилий, связок и т. д.), как и кожные рецепторы, не излучают потенциалы действия с определенной частотой. В момент, когда происходит изменение положения из-за вытяжения, сжатия или скручивания, которыми стимулируются рецепторы мышц, сухожилий или суставов, происходит изменение разряда в единицу времени, и это позволяет нам понять, что мы переместились, то есть изменили положение.

Из проприоцепции мы можем распознать позицию, описав чувство, называемое статестезией. Когда мы меняем положение, и те же рецепторы изменяют схему разряда в единицу времени, мы замечаем это изменение положения и понимаем, что переместились. Данное чувство называется кинестезией. Estato и Kine - не одно и то же, однако информация, по которой мы можем определить положение и движение, предоставляется одними и теми же датчиками.

С другой стороны, ценестезия - это чувство, которое позволяет нам определять общее расположение органов, устройств и систем, чтобы развивать присущие им функции. Скорее всего, вы встали утром и испытываете огромное желание двигаться, чувствуете, что годны для движения, хотите тренироваться или двигаться. Однако в другие дни вы чувствуете тяжесть или не хотите двигаться. Как можно почувствовать эти предрасположенности? Кинестетическое чувство - это как раз то, что дает нам информацию о состоянии, в котором находятся главные герои будущих действий, чтобы иметь возможность выполнять их должным образом или нет. Кинетика также зависит



от проприоцепции, от интероцепции в целом, в то время как состояние и кинетика зависят от проприоцепции в частности.

Есть большое количество проприорецепторов, однако мы собираемся описать два из них (наиболее известные) и объяснить, как они действуют в регулировании движений человека. Это нервно-мышечные веретена (и интрафузальные волокна, в которых они находятся) и органы сухожилия Гольджи. У них есть общий знаменатель: интрафузальное волокно измеряет длину мышцы, а органы Гольджи измеряют степень натяжения соединительной ткани. Ни один из них не является датчиком силы, это очень важно для детализации, поскольку часто считается, что органы сухожилия Гольджи оценивают силу, а вот что они действительно оценивают, так это степень натяжения соединительной ткани. Отсюда срабатывают рефлекторные действия, ведущие к защите этого пассивного двигательного аппарата.

Рисунок 6: Нервно-мышечные веретена и органы Гольджи



Источник: получено с <https://jesusjuradocootada.com/2016/03/02/tecnicas-de-correccion-postural-tercera-parte/>

Нервно-мышечные веретена и органы сухожилия Гольджи, по крайней мере, являются теми органами, которые имеют наибольший описательный и пояснительный библиографический потенциал. У них есть общая черта: они фиксируют уровни

натяжения соединительной ткани. Ни один из них не является датчиками силы, хотя они вносят решающий вклад в его модуляцию и оба играют ключевую роль в управлении моторикой и предотвращении травм.

Во-первых, мы собираемся сосредоточиться на интрафузальных волокнах, находящихся внутри мешочков, которые называются нервно-мышечными веретенами. В средней трети или мышечном животе скелетных мышц точно находятся нервно-мышечные веретена. Они представляют собой оболочки из соединительной ткани, которые прикрепляются к остальным эндомизиям и в конечном итоге соединяются с двумя концами скелетной поперечно-полосатой мышцы. Эти оболочки или мешочки содержат ограниченное количество (от 2-4 и до 10-12) специализированных мышечных волокон, которые морфологически, функционально и структурно отличаются от остальных волокон. Именно из-за того, что они находятся внутри этих мешочков, которые называются нервно-мышечными веретенами, эти волокна называются интрафузальными волокнами, чтобы отличать их от волокон, находящихся снаружи или на внешней стороне мешочков, называемых экстрафузальными волокнами.

Внутри нервно-мышечного веретена интрафузальные волокна не одинаковы. У нас есть процент интрафузальных волокон, которые называются динамическими волокнами ядерного мешка, также есть волокна статического ядерного мешка и те, что называются ядерной цепью. В целом, так же, как в скелетных мышцах мы находим медленные и быстрые волокна, при нервно-мышечном использовании мы также находим медленные и быстрые интрафузальные волокна. В чем отличие этих интрафузальных волокон от экстрафузальных волокон? Интрафузальные волокна имеют сократительные концы, как экстрафузальные волокна; однако средняя треть интрафузального волокна не имеет сократительных нитей, а имеют только продолжение саркоплазмы, в которой находится большое количество ядер. Эта средняя треть интрафузального волокна находится в контакте (по непрерывности, то есть анатомической связью) с сенсорным нейроном: в случае быстрого интрафузального волокна они связаны с сенсорным нейроном типа IA, а в случае медленного интрафузального нейрона - посредством своей стороны, так как они связаны с сенсорным нейроном типа IIA с более медленной скоростью проведения.

Эта центральная часть интрафузального волокна, не имеющая сократительных нитей, специализируется на реакции на продольную деформацию. Когда эта центральная часть растягивается, она изменяет состояние покоя сенсорного нейрона и сообщает об этом изменении в центральную нервную систему.

Как мы упоминали ранее, существует три типа интрафузальных волокон. То, что мы называем динамическим ядерным мешком (они меньше, их количество ограничено - 2 или 3 на одно использование), в основном специализируется на регистрации изменений длины с точки зрения скорости. Они передают очень специфические данные в ЦНС и генерируют динамический тракционный рефлекс или миотатический тракционный рефлекс, который позволяет сокращать экстрафузальные волокна. От этого сокращения растяжение будет иметь предел, который защищает соединительную ткань от повреждения.



Если мы выходим на игровое поле с проприоцептивными системами, не имеющими калибровки, и качество информации, которую они собирают, оставляет желать лучшего, мы увеличиваем риск травмы, потому что у нас нет адекватных механизмов для защиты соединительной ткани. По этой причине мы не сможем эффективно задействовать двигательные единицы, и у нас будет меньше ограничений для акта растяжения. Мы находимся под опасностью, что инцидент, если он произойдет внезапно и резко, затянет соединительную ткань и вызовет в ней травму.

Существуют также интрафузальные волокна, называемые медленными материализованными или статическими волокнами ядерного мешка (которые больше и объемнее, чем волокна динамического ядерного мешка), и так называемые интрафузальные волокна ядерной цепи, где ядра находятся посередине (в неядерном секторе), компактно и не громоздко (а столбчатыми рядами). Большая разница между статическим ядерным мешком и ядерной цепочкой состоит в том, что в первом рецептор типа IIA спирально обволакивает эту центральную треть интрафузального волокна (так же, как интрафузальное волокно динамического ядерного мешка, где сенсорный нейрон типа IA также спирально оборачивает интрафузальное волокно). Эти рецепторы называются аннуло-спиральными рецепторами. Внутрифузальные волокна ядерной цепи, вместо сенсорного нейрона типа IIA, окружающего его в центральном секторе, в этом секторе откладываются в непосредственно его немиелинизированные терминалы. Когда сенсорный нейрон выходит из нервно-мышечной системы, он восстанавливает содержание миелина (он демиелинизируется внутри интрафузального волокна).

Что делают статический ядерный мешок и интрафузальные волокна ядерной цепи? Они больше не относятся к скорости изменения длины, а вместо этого предупреждают ЦНС о величине и продолжительности изменения длины. Отсюда возникает еще один рефлекс на уровне спинного мозга, который называется миотатическим рефлексом статического вытяжения. Задействуя медленные волокна, он позволяет повысить мышечный тонус, чтобы защитить соединительную ткань от травм растяжения, уже невзрывных и внезапных, а от тех, которые из-за своей величины и продолжительности могут повредить ткань.

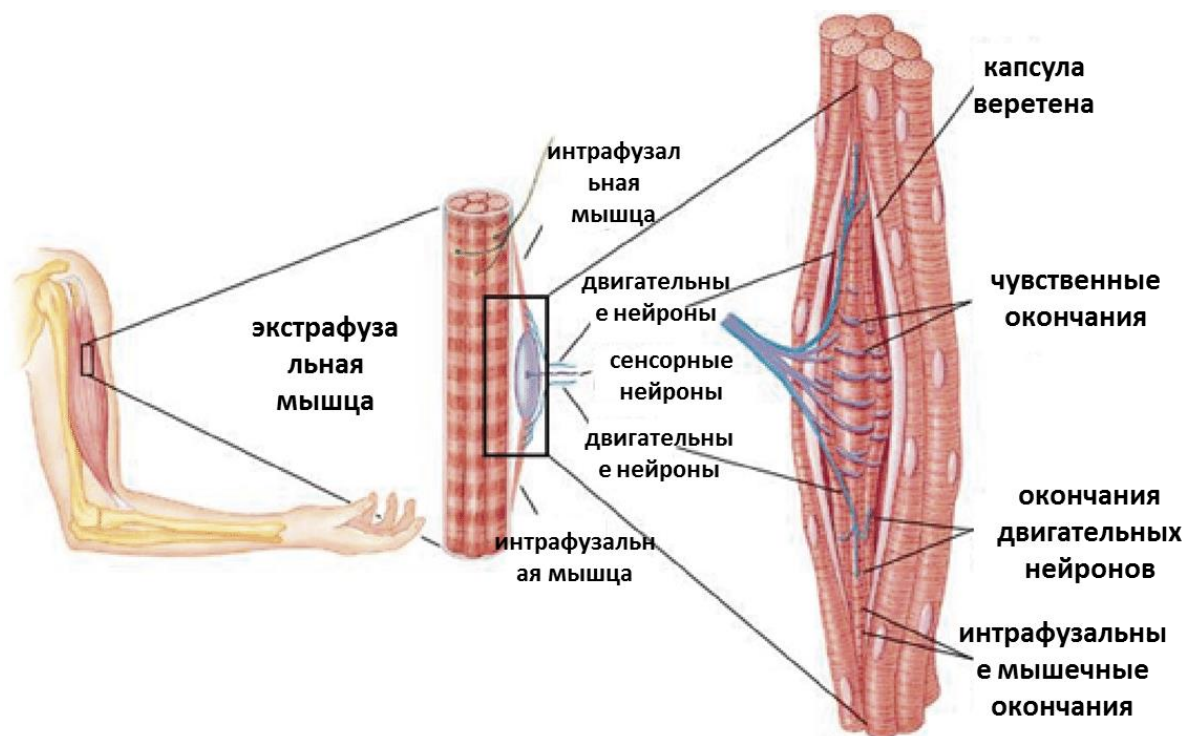
Интрафузальные волокна, как статический, так и динамический ядерный мешок и ядерная цепь генерируют миотический тракционный рефлекс, но имеются две разные версии: динамика, которая задействует быстрые волокна, и статика, которая задействует медленные волокна. Первый имеет гораздо более быструю адаптацию и длится намного меньше, так как сразу защищает соединительную ткань от внезапного растяжения. Другой имеет гораздо более медленную адаптацию, то есть длится намного дольше и защищает соединительную ткань от травм, пока длится растяжение и пока длится адаптивный процесс.

Помните, что у нас есть два разных типа интрафузальных волокон: одно иннервируется сенсорным нейроном типа IA, а другое - сенсорным нейроном типа IIA. Таким образом, существует два типа информации: одна сообщает о скорости растяжения, а другая - о величине растяжения. Теперь возникает вопрос: если у нас есть два типа информации, которые передаются в центральную нервную систему, почему тогда существуют три



морфофункциональные дифференциации интрафузального волокна? Почему существует три разных типа интрафузальных волокон, если это два типа данных, которые передаются в ЦНС для регуляции двигательного акта? Это вопросы, на которые наука пока не может ответить. Распределение интрафузальных волокон в различных группах мышц различается, и это влияет на двигательную настройку движений, требующих более тонкой координации или большей точности, а также являются намного толще.

Рисунок 7: Нервно-мышечное веретено II



Источник:

https://www.weizmann.ac.il/neurobiology/labs/ulanovsky/sites/neurobiology.labs.ulanovsky/files/uploads/intro_systemsneurosci_lecture7_ahissar_touch_26dec2012.pdf

Связь между сенсорным нейроном и сарколеммой интрафузального волокна является прямой анатомической и без синаптической щели. Следовательно, отношения основаны на непрерывности, а не на смежности. Эта связь возникает между чувствительными к растяжению ионными каналами, которые регулируют приток кальция и взаимодействуют с цитоскелетом. Этот процесс представляет собой механическое преобразование, которое изменяет цифровой рисунок. Мы можем видеть, как сенсорный нейрон без промежутка между ним и сарколеммой интрафузального волокна имеет анатомическую структурную связь через то, что мы называем ионными каналами, которые делают возможным прямой контакт. Это позволяет нам понять, что когда центральная часть интрафузального волокна деформируется, структура сенсорного нейрона изменяется легче. В результате этого модифицируется генерация импульса в ЦНС.

Следовательно, есть много упоминаний о том, как эта мышечная проприоцептивная система (которая является наиболее известной или наиболее распространенной и наиболее значимой из проприоцептивных анализов) влияет на регулирование моторного акта как такового.

В частности, система нервно-мышечного веретена подвержена влиянию других функциональных систем. Приведем несколько примеров: у интрафузальных волокон есть рецепторы, стимулируемые гормональной активностью, поэтому концентрация тестостерона, гормона роста и эстрогенов калибрует проприорецепторы. Это влияет на их работу во время двигательных действий в повседневной жизни или спорте. Это также могло бы объяснить, как натяжение интрафузальных волокон увеличивается из-за влияния этих гормонов, и мы могли бы понять меньшую легкость растяжения у мужчин по сравнению с женщинами. Другое влияние, которое оказывают интрафузальные волокна, связано с более или менее студенистым состоянием интрасаркоплазматических структур, которые их формируют, что называется тиксотропными свойствами.

Таким образом, на нервно-мышечное веретено оказываются различные воздействия: состояние интрафузального волокна варьируется и зависит от множества факторов. Некоторые из них: гормональные факторы, тиксотропные факторы и нейротонические факторы. Это имеет решающее значение, когда дело доходит до дидактических последствий.

Гормоны (такие как тестостерон, гормон роста и эстрогены) имеют большое влияние, поскольку у них есть рецепторы на этих волокнах. Тиксотропные свойства можно понимать как большую или меньшую этерификацию гелей, как внутрифибриллярных, так и тех, которые связаны с фасциями и их трением. Наконец, от них зависит тонус мышц и большая или меньшая разрядка гамма-моторной системы, от которых зависит тонус интрафузального волокна и его влияние на собственные реакции.

Интрафузальные волокна способствуют рефлекторным регуляторным ответам, поэтому, вместо того, чтобы говорить о рефлексах, такие проявления следует понимать как регулирующее поведение. У них есть точные цели и интегрированные, синергетические движения с четко определенными целями, присущими поддержанию гомеостаза. Мы кратко объясним два рефлекса миотического вытяжения: первый - это так называемый динамический или фазический, который возникает в результате активации динамического внутреннего мешка ядра (с внутренней иннервацией) и передает информацию, связанную со скоростью растяжения. Этот рефлекс является низкопороговым и быстро адаптирующимся, рефлексивно активен на быстрых экстрафузионных волокнах (FT), и его основная роль заключается в защите структуры от быстрого растяжения. Второй - это так называемое медленное или тоническое средство, которое зависит от активации интрафузальных волокон статического ядерного мешка и ядерной цепи (с иннервацией IIA), они передают информацию, касающуюся величины и интенсивности растяжения. Имея более высокий порог, чем у быстрых, и более медленную адаптацию, они рефлекторно активируют медленный экстрафузал (ST).

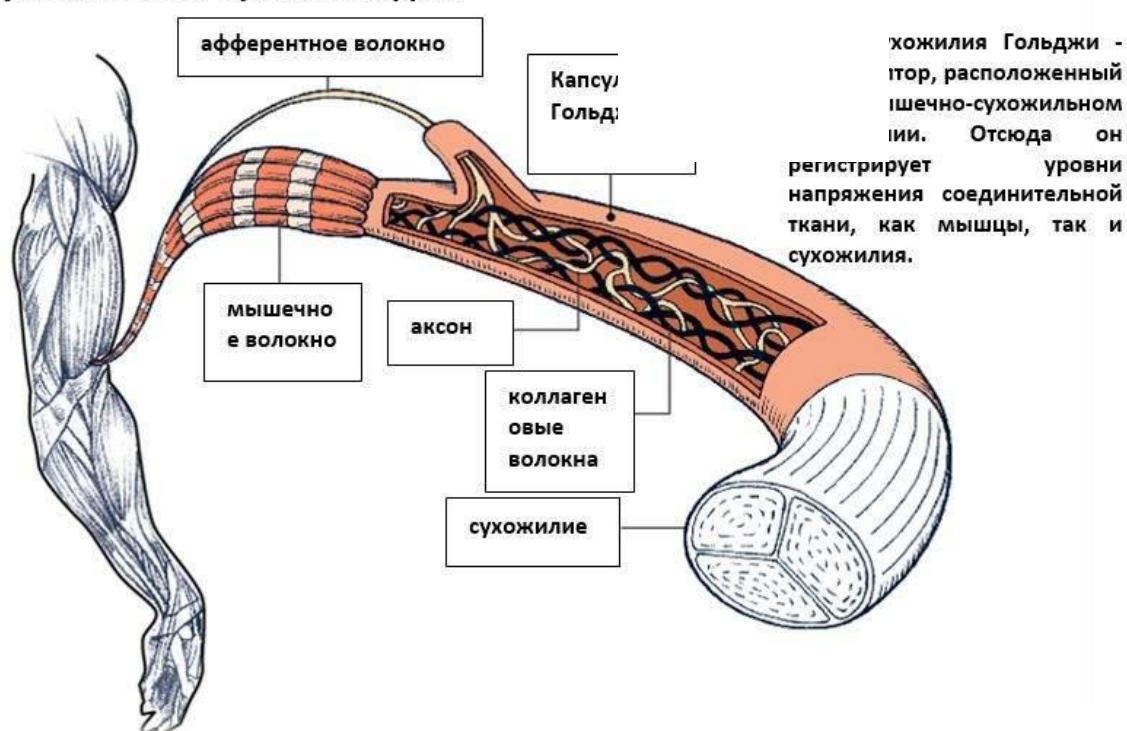
Орган сухожилия Гольджи



Это датчик степени натяжения соединительной ткани, как мышечной, так и сухожильной. Возможно, его самый большой вклад связан с профилактикой травм путем активации рефлекса аутогенного торможения. Когда уровни нагрузки, выдерживаемые соединительной тканью, являются чрезмерными, орган Гольджи способствует появлению тормозной регуляторной реакции. В максимальном выражении она известна как реакция бритвы или перочинного ножа. Он выполняет и другие важные функции в общем двигательном контроле, которые, по-видимому, также обнаруживаются в фасциях, хотя об этих местах и их конкретных функциях известно мало.

Рисунок 8: Сухожильный орган Гольджи, рефлекс аутогенного торможения

Сухожильный орган Гольджи



Источник: Ди Санто, 2011 г., собственный архив, не опубликовано.

Рефлекс аутогенного торможения бывает триневральным и бисинаптическим. Перед растяжкой требуется больше времени, чтобы вызвать его специфические эффекты, чем рефлекс миотического тракционного тракта, и большинство отчетов показывают, что не раньше, чем через 6 секунд его тормозящий эффект станет преобладать над возбуждающим действием RMT (миотатический тракционный рефлекс). Его тормозящие последствия можно быстро преобразовать. Во время динамических жестов их вклад больше не тормозящий, а возбуждающий поэтому в регулировании осанки и моторики их функции кажутся разными, хотя о последней функции известно немного. Этому рефлексу (аутогенному торможению) способствуют все те стимулы, которые вызывают увеличение напряжения соединительной ткани, такие как растяжение, УМТ-массаж, эксцентрические и концентрические сокращения и вибрации.

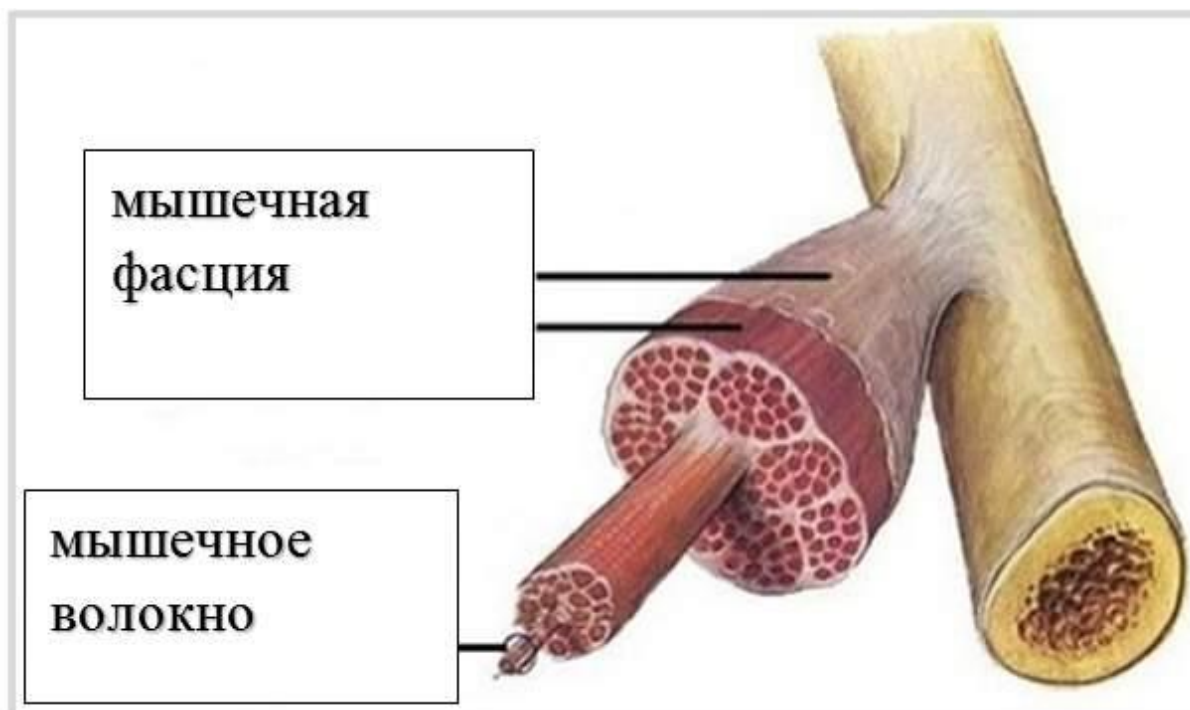


Фасции

Формирование проприоцептивной сети, имеющей большое значение как для моторного контроля, так и для стимулирования необходимых рефлекторных реакций, делает фасции чем-то гораздо более сложным, чем простые мышечные оболочки.

Фасция представляет собой плотную соединительную ткань (регулярную и нерегулярную) различной формы (апоневрозы, сухожилия, связки, суставные капсулы, нейронное покрытие и т.д.) в виде непрерывной сети связи между элементами опорно-двигательной системы, а также рыхлой соединительной ткани. Фасция заполняет промежуточные пространства тела и, таким образом, создает связи между всеми его анатомическими компонентами (сосудистыми, нервными, висцеральными). Эти звенья действуют не только как средство анатомического соединения, но и выполняют функциональные задачи.

Рисунок 9: Фасции и их сложная архитектура



Источник: Salud y Pilates, 2015 г., взято с <https://saludypilates.com/terapia-miofascial/>

Одной из преобладающих функций, выполняемых фасциями, является роль, которую они играют в таких аспектах, как поддержание положения тела, контроль движений и их интеграция. Фасция не только участвует в качестве оболочки, окружающей мышечное волокно (эпимизий), но также пронизывает жировую ткань, например, мышечную массу. Эта инфильтрация развивается индивидуально и независимо у каждого человека.

Он образует трехмерную сеть взаимосвязей между макро- и микроструктурными уровнями тела, проникая в самые глубокие пространства его конструкции. Эти связи могут достигать клеточного и внутриклеточного уровня.

Эпимускулярная связь не только механическая, но и нейропроприоцептивная. Это ключ к передаче силы и ADM (диапазон движения).

Проприоцептивное уточнение фасций предложено Schleip (2013), который формулирует принципы тренировки фасций. Вкратце, он предлагает регулярную санацию и уход за фасциями как условие для лучшего вклада в моторный контроль. Это один из важнейших столпов фитнеса. Автор предлагает:

- Медленное статическое и динамическое растяжение.
- Микрорастяжение и потягивание.
- Регулярная напряженность.
- Прокат и стоки.

Это тонкие миелинизированные волокна, которые начинаются в фасциях. Напомним, что рецепторы III являются рецепторами механического искажения (эргорецепторами), а некоторые из рецепторов IV являются ноцицепторами, а другие - метабарцепторами. Рецепторы III инициируют и поддерживают дыхательные рефлекторные реакции на нагрузку. Последние активируются, когда потребление кислорода и кровотока увеличиваются и когда их стимулируют как длительные, так и прерывистые сокращения.

В последние годы было проведено большое количество исследований, подтверждающих роль фасций как проприоцептивных органов. Однако есть много сомнений относительно роли фасций:

- Каким образом проприорецепторы распределяются в фасциях? Зависит ли это распределение от архитектуры этих панелей? Как они способствуют контролю над моторикой? Что происходит, когда они получают травму?

Рецепторы капсулы и связки

Они реагируют в основном на сжимающие и скручивающие силы.

Руффини в капсуле, Гольджи в связках и Фатер-Пачини в прикреплении связки к капсуле предоставляют важную информацию для регулирования мышечной активности, от которой зависит стабильность сустава. Именно связка «связывает», потому что сообщает информацию.

Мы приходим к выводу:

- Проприорецепторы работают в команде.
- Их диссоциация для тренировки практически невозможна.



- Мы не можем тренировать один тип проприоцепторов без других.
- Предложение по оценке и обучению предполагает комплексный подход.
- Прикосновение и проприоцепцию также нелегко разделить, что позволяет нам говорить об одном типе чувствительности: тактильной.
- Только вестибулярное чувство в конечном итоге может быть выделено с большей независимостью, хотя и ненамного.

1.2.2 Тактильная чувствительность

Тактильная чувствительность является ключом к контролю над моторикой большинства движений человека, но в спорте ее роль играет решающую роль. Данные касания чрезвычайно важны для точного и окончательного регулирования, особенно в спортивных единоборствах с зажимными элементами.

В пожилом возрасте получение информации от сенсорных рецепторов имеет решающее значение для большинства адаптивных форм поведения. То же самое происходит со всеми теми видами деятельности, отличительной чертой которых является манипулирование элементами.

Отсутствие внимания в литературе к этой сенсорной системе со стороны большинства методик обучения продолжает нас удивлять. Однако его вклад не менее важен, чем вклад других сенсорных анализаторов, и его можно тренировать, как и любой другой. Это становится жизненно важным, учитывая невозможность наличия зрительного анализатора. Мы не нашли конкретных методических предложений по их тренировке, поэтому необходимо провести некоторые элементарные координаты. Как правило, они работают в синергии с проприоцептивными анализаторами, которые позволяют выполнять дифференциальную обработку, очень важную для моторного поведения: тактильную чувствительность.

Во всех повседневных действиях мы используем тактильную чувствительность, поскольку, поднимая тяжести, мы определяем вес объекта (и даже нашего собственного тела). Мы не можем разделить информацию, предоставляемую тактильными и проприоцептивными рецепторами, то есть когда мы завязываем шнурки, когда застегиваем одежду, когда готовим и так далее.

Как проприоцептивная, так и тактильная осязательная способность и чувствительность действуют синкретически в большинстве человеческих действий. Их, без сомнения, можно тренировать отдельно, хотя их работа интегрирована в систему моторного управления.

1.2.3 Видение



Это сенсорная система, которая, возможно, является наиболее важной в разрешении двигательных актов в коллективных видах спорта и многих других. Скорость обработки и построения изображений является ключом к двигательным функциям, участвующим в выживании.

- Процесс видения в целом состоит из следующих этапов:

1. Свет, исходящий от солнца или других источников, падает на предметы и отражается ими.

2. Видимый свет попадает в глаз, проходит через множество прозрачных тел и преломляется, тем самым формируя перевернутое изображение объекта на поверхности сетчатки.

3. Сетчатка преобразует сигналы (потенциалы действия, генерируемые на разных частотах), которые через зрительный нерв направляются к интегративным центрам ЦНС.

4. Информация от сетчатки обрабатывается в сложных нейронных группах, расположенных в основном в таламусе, стволе мозга и коре. Визуальное ощущение и восприятие являются результатом этой интеграции.

5. Заключительный этап - моторная адекватность глаза как инструмента сбора внешней информации.

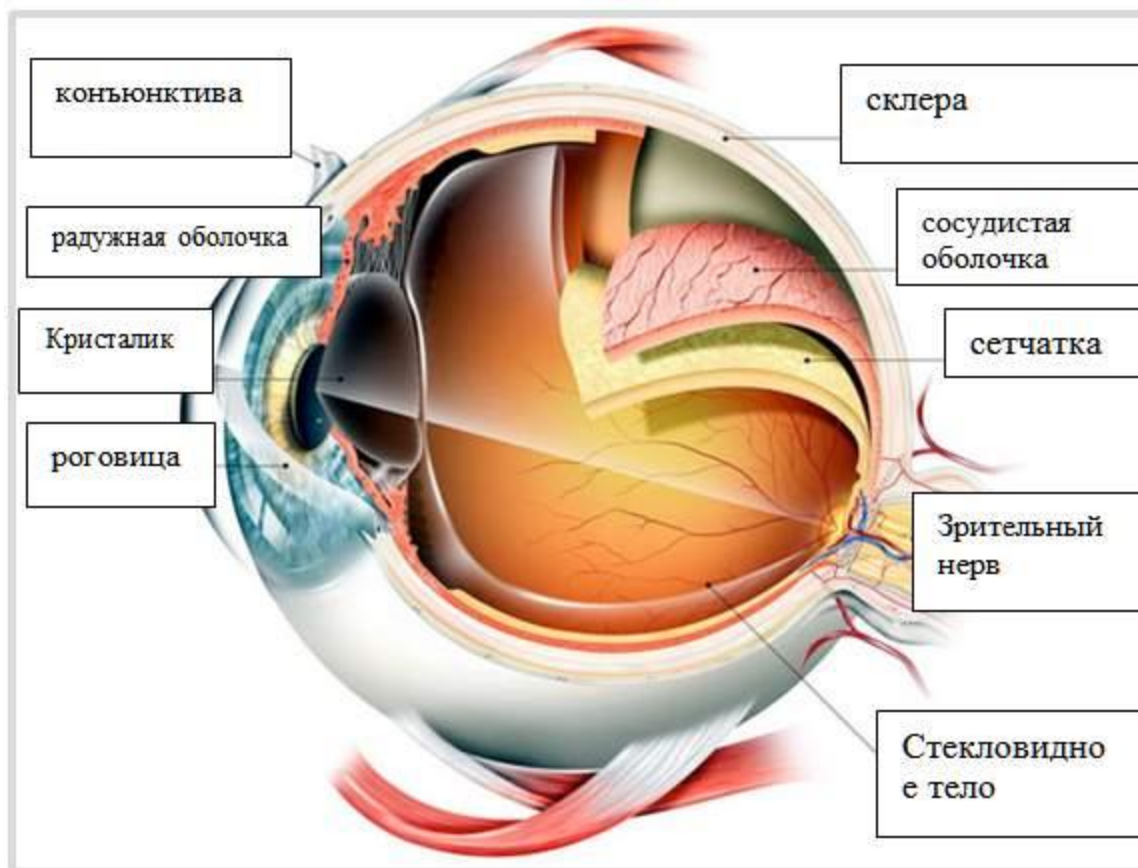
Напомним, что человеческий глаз улавливает волны размером от 400 до 700 нанометров, при этом инфракрасные лучи находятся внизу, а ультрафиолетовые лучи - вверху. Среди этих 300 нанометров отображается визуальный спектр, который может уловить человеческий глаз. Человеческий глаз или глазное яблоко - это орган для восприятия визуальных впечатлений, образованный концентрическими оболочками, которые охватывают прозрачную среду, мышцы, которые ее двигают, и аннексирование к рецепторам, которые ее защищают.

Концентрические оболочки расположены во внешней части (фиброзная склера и роговица), средней (сосудистая оболочка) и внутренней части (нервная ткань или сетчатка). Функция этих структур - окружать и удерживать так называемые прозрачные среды (роговица выполняет двойную роль обволакивающей оболочки и прозрачной среды). Прозрачные камеры состоят из передней камеры (водянистая влага) и задней камеры (стекловидное тело).

Сетчатка - одна из самых важных структур в обработке изображений. Это слой, на котором преобразование световой энергии в потенциалы действия, которые могут быть переданы по нейронному пути, происходит к центрам реле и первичной коре в затылочной доле. Она простирается от устья зрительного нерва до задней поверхности радужки и состоит из двух частей: передней и задней. Последняя сохраняет сенсорные свойства, поскольку соответствует стекловидному телу, связана с ним и содержит два очень важных сектора: сосочек или диск зрительного нерва и желтое пятно.

Рисунок 10: Анатомия человеческого глаза





Источник: Newsmaster, s.f. Получено с <http://newsmasters.info/anatom%EDa-del-ojo-wiki>

Слои сетчатки

Далее мы подробно рассмотрим десять параллельных слоев, из которых состоит сетчатка, от поверхностного до глубокого:

1. Пигментный эпителий: самый внешний слой сетчатки. Состоит из кубических ячеек. Это уже не нейроны, у них есть гранулы меланина, которые придают им характерную пигментацию.
2. Слой фоторецепторных клеток: образован крайними сегментами палочек и колбочек.
3. Внешний ограничивающий слой: это адгезивные межклеточные соединения зонулярного типа (или ленточные десмосомы) между фоторецепторными клетками и клетками Мюллера.
4. Ядерный или внешний гранулярный слой: состоит из ядер фоторецепторных клеток.
5. Наружный плексиформный слой: область синаптической связи между фоторецепторными клетками и биполярными клетками.
6. Ядерный или внутренний гранулярный слой: состоит из ядер биполярных клеток, горизонтальных клеток и амакриновых клеток.
7. Внутренний плексиформный слой: зона, в которой выражена синаптическая связь между биполярными, амакриновыми и ганглиозными клетками.
8. Слой ганглиозных клеток: формируется ядрами, выходящими из ганглиозных клеток.

9. Слой волокон зрительного нерва: состоит из аксонов ганглиозных клеток, составляющих зрительный нерв.
10. Внутренний ограничивающий слой: отделяет сетчатку от стекловидного тела.

Визуальная информация обрабатывается шестью разными типами нейронов:

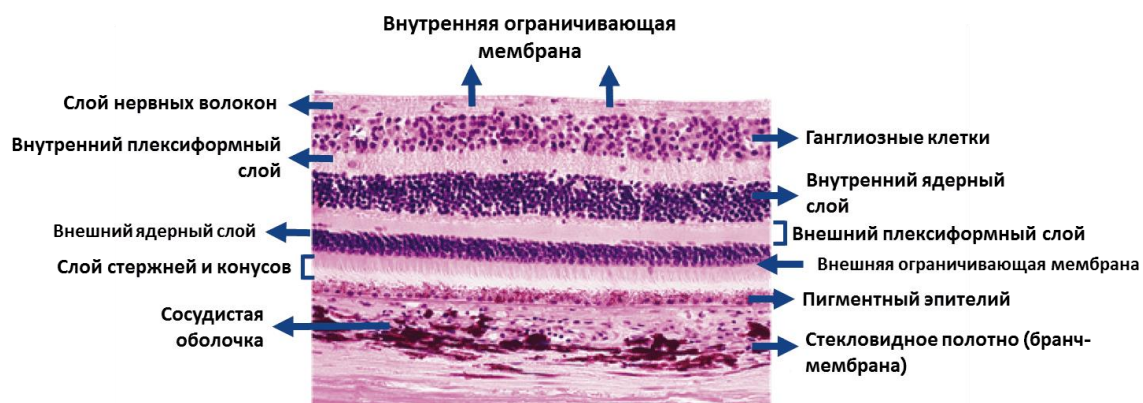
- Фоторецепторы.
- Биполярные клетки.
- Ганглиозные клетки.
- Горизонтальные ячейки.
- Амакриновые клетки.
- Межклеточные клетки.

Полезный диапазон зрения человеческого глаза варьируется от 1 минуты до 10 секунд, то есть примерно 11 логарифмических единиц (вдвое больше 5 логарифмических единиц большинства сенсорных рецепторов). Причина такого удвоенного диапазона чувствительности - наличие в сетчатке глаза двух рецепторных систем:

- Рецепторы ночного видения: так называемые стержни.
- Рецепторы дневного зрения: колбочки.

Видения отличаются друг от друга по двум основным качествам зрительного восприятия: а) обнаружению яркости и б) восприятию цвета. В лунном свете предметы бесцветны, но различаются по яркости. На солнечном свете предметы различаются как по яркости, так и по цвету. Сенсорная поверхность глаза (сетчатка) берет свое начало в промежуточном мозге и, следовательно, является частью ЦНС. Как мы уже упоминали ранее, она состоит из нескольких слоев.

Рисунок 11: Изображение слоев сетчатки



Источник: <http://sosbiologiacellular.ru/izdat/1089006.com/2011/12/01/10-101114-y-coroides.html> Взято с

Некоторые особенности:

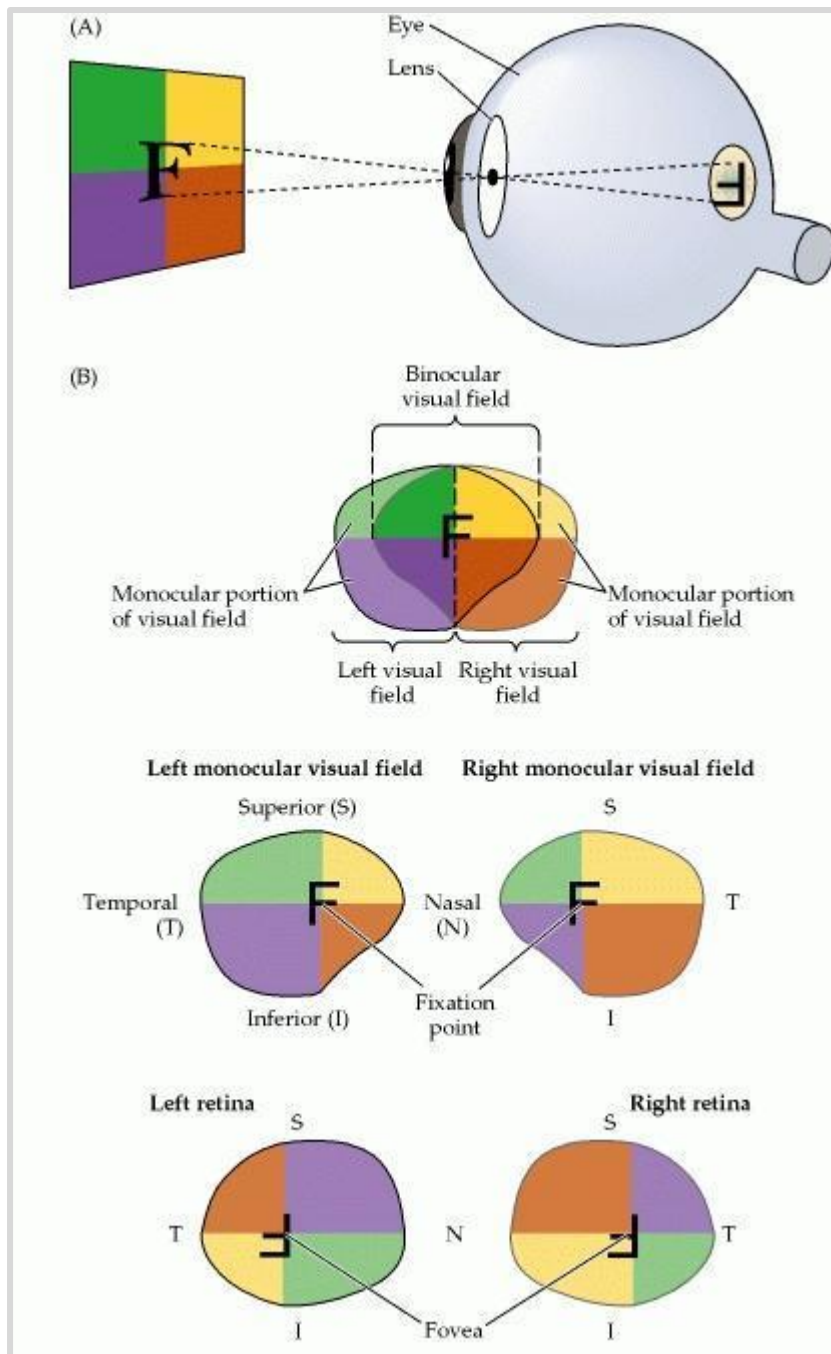


- Мы видим, что разные слои разделены мембранами.
- В сетчатке также есть оболочки («фасции»).
- Имеется интратретиальное соединение.
- Сетчатка - это центр обработки зрительной информации, и не только для получения стимулов.
- Свет проходит через несколько слоев в одной и той же сетчатке, прежде чем модифицирует родопсин (трансмембранный белок, обнаруженный в стержневых дисках сетчатки).

Пространственные отношения между ганглиозными клетками сетчатки поддерживаются в виде упорядоченных представлений или визуальных пространственных карт. Более того, большинство этих структур получают входные данные от обоих глаз, что требует интеграции этих афферентов для формирования согласованной карты отдельных точек в пространстве. Как правило, информация из левой половины зрительного мира представлена в правой половине мозга и наоборот.



Рисунок 12: Информация для глаз



Источник: Purves, 2007, с. 288.

Eye	Глаз
Lens	Линза
Binocular visual field	Бинокулярное поле зрения
Monocular portion of visual field	Монокулярная часть поля зрения
Left visual field	Левое поле зрения



Right visual field	Правое поле зрения
Left monocular visual field	Левое монокулярное поле зрения
Right monocular visual field	Правое монокулярное поле зрения
Superior	Высший
Temporal	Временный
Inferior	Низший
Fixation point	Точка фиксации
Nasal	Носовой
Left retina	Левая сетчатка
Right retina	Правая сетчатка
Fovea	Ямка

Знание нейронной основы для правильного расположения эффектов обоих глаз требует рассмотрения того, как изображения проецируются на две сетчатки, и центрального пункта назначения ганглиозных клеток, расположенных в разных частях сетчатки. Каждый глаз наблюдает за сектором визуального пространства. Для наглядности каждая сетчатка и соответствующее ей визуальное пространство разделены на квадранты. Поверхность сетчатки разделена вертикальными и горизонтальными линиями, которые пересекаются в центре ямки. Вертикальная линия разделяет сетчатку на носовой и височный отделы, а горизонтальная линия - на верхний и нижний отделы. Вертикальные и горизонтальные линии, соответствующие визуальному пространству (также называемые «меридианами»), пересекаются в точке фиксации (той, где визуальное пространство попадает в ямку) и определяют квадранты визуального пространства. Пересечение световых лучей, которые расходятся от разных точек на объекте в зрачке, заставляет изображения объектов в поле зрения инвертировать и переставлять его слева направо на поверхности сетчатки. Следовательно, объекты во временной части поля зрения наблюдаются носовой частью сетчатки, в то время как объекты в верхней части наблюдаются нижней частью сетчатки.

Когда оба глаза открыты, обе ямки часто совпадают с одной целевой точкой в визуальном пространстве, в результате чего поля зрения обоих глаз широко перекрываются. Бинокулярное поле зрения представляет собой два симметричных полуполя зрения (левое и правое). Левое бинокулярное поле включает правое носовое поле зрения и височное поле зрения левого глаза. Правое полуполе включает височное поле зрения правого глаза и носовое поле зрения левого глаза. Временные поля зрения более обширны, чем поля носа, что отражает их размеры. Следовательно, зрение на периферии поля зрения строго монокулярное, опосредованное самой медиальной частью сетчатки. Большую часть остального поля зрения можно увидеть обоими

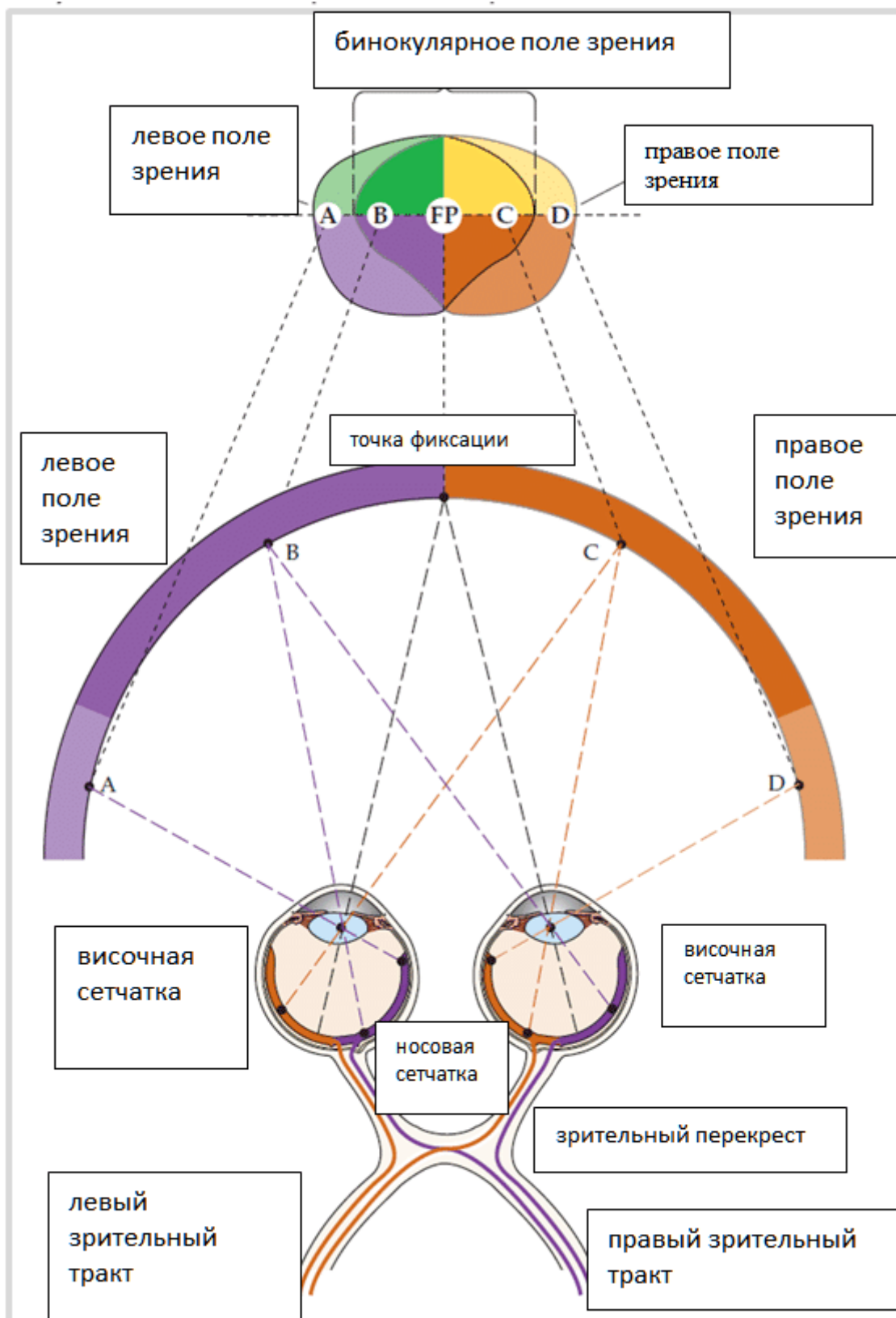


глазами, то есть отдельные точки в визуальном пространстве, которые расположены между носовым полем зрения одного глаза и височным полем зрения другого.

Ганглиозные клетки, расположенные в носовом отделе каждой сетчатки, дают начало аксонам, которые пересекаются через перекрест зрительных нервов, в то время как клетки, расположенные в височной сетчатке, образуют аксоны, которые остаются на той же стороне. Граница или линия перекреста между ганглиозными клетками, выступающими в контралатеральном и ипсилатеральном направлениях, представляет собой линию, которая проходит через центр ямки и определяет границу между носовой и височной гемиретиной. Изображения объектов левого полушария носа попадают на сетчатку носа левого глаза и сетчатку височной области правого глаза, а аксоны ганглиозных клеток (в этих областях двух сетчаток) проецируются через правый зрительный тракт. Объекты в правом полушарии зрения попадают на сетчатку носа правого глаза и сетчатку височной области левого глаза, в то время как аксоны ганглиозных клеток (в этой области) проецируются через левый зрительный тракт. Как мы уже упоминали, объекты в монокулярных частях зрительных полушарий видны только крайними сетчатками носа каждого глаза: аксоны ганглиозных клеток в этих областях (а также остальной части сетчатки носа) находятся в контралатеральном зрительном тракте. Следовательно, в отличие от зрительного нерва, зрительный тракт содержит аксоны ганглиозных клеток, которые берут начало в обоих глазах и представляют собой контралатеральное поле зрения. Следующий рисунок поясняет это описание.

Рисунок 13: Левое и правое поле зрения





Источник: Purves, 2007, p. 288.

Области зрения проекции мозга



Информация, которая обрабатывается сетчаткой, распространяется в мозг через ганглиозные аксоны зрительных нервов, по одному от каждого глаза, двумя разными способами. Первичный передается через поперечно-полосатую коленную систему, а вторичный - через тектопульвинарную систему. Обе системы согласованы в определенных участках мозга. Два зрительных нерва пересекаются с так называемым перекрестом зрительных нервов. Во время этого X-образного пересечения некоторые волокна из левого глаза идут к правому полушарию головного мозга, а другие - к левому полушарию. Точно так же волокна, соответствующие правому глазу, идут в левое полушарие головного мозга, а другие - в правое полушарие.

Волокна височной сетчатки (часть, ближайшая к уху) остаются в том же полушарии, тогда как волокна носовой сетчатки (часть, ближайшая к носу) пересекают другое полушарие.

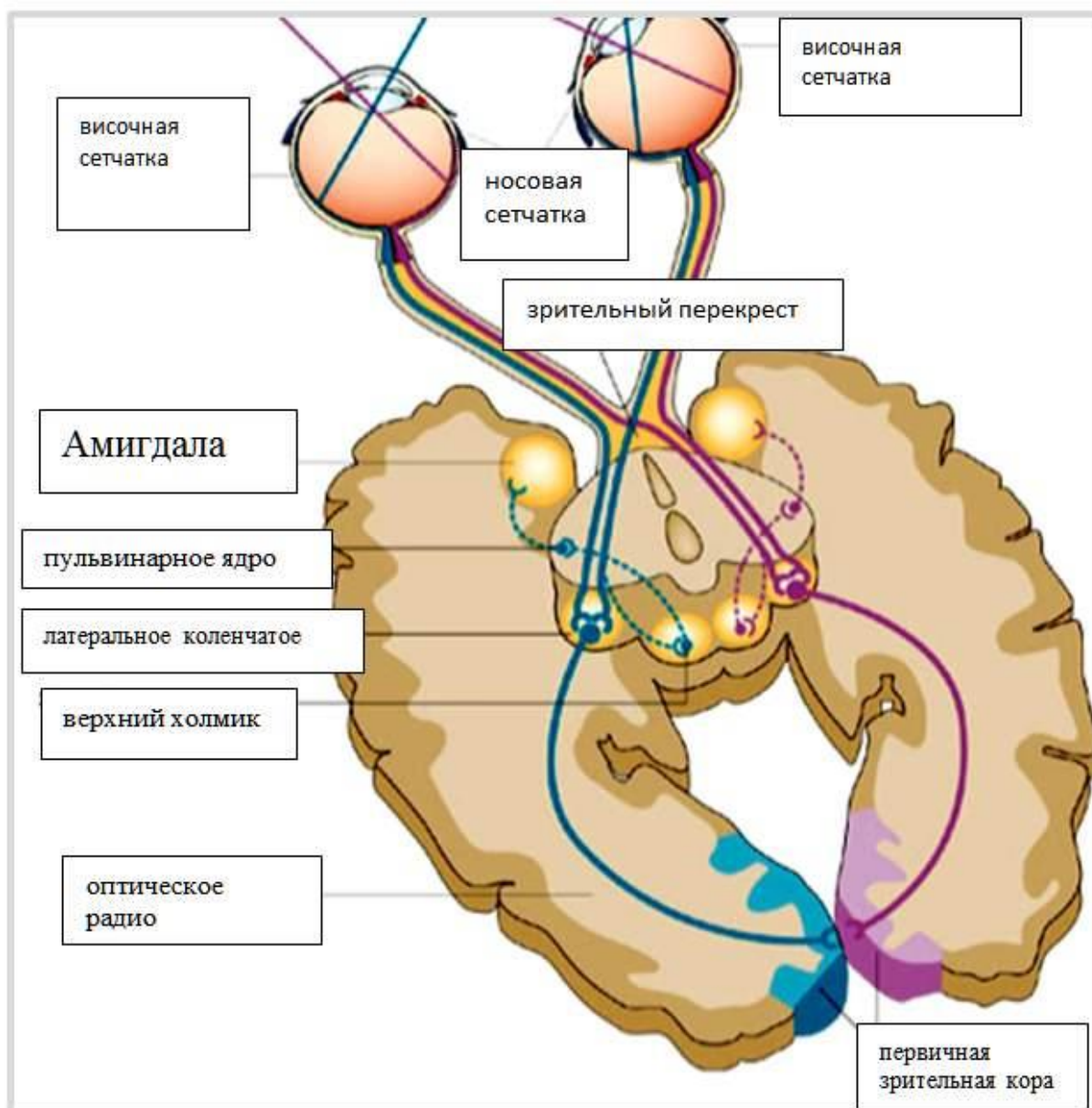
Мы собираемся подробно описать первичные и вторичные пути зрительных путей ниже:

- Поперечно-полосатая коленная система: фиброзные пучки, которые выходят из перекреста зрительных нервов, больше не называются зрительным нервом, а скорее зрительным трактом. Большая часть этих волокон достигает мозгового образования, называемого латеральным колленчатым ядром (LGN), расположенного в таламусе (средний мозг), где они синаптируются с соответствующими нейронами. Волокна, выходящие из LGN, открываются веерообразно и достигают затылочной доли (задней области мозга), то есть доходят до области 17 (полосатое тело или первичная зрительная кора) и до областей 18 и 19 (экстрастриатная кора или зрительная кора). Зрительные функции поперечно-полосатой коленной системы специализируются на идентификации и распознавании изображений.
- Тектопульвинарная система: другая часть зрительного тракта ведет к образованию в основании головного мозга (среднего мозга), известному как текто, которое эволюционно намного старше. Визуальная часть текто соединяется с верхним бугорком, от которого выступ продолжается выше к таламусу, касаясь пульвинарных и задних боковых ядер. Наконец, волокна направляются к визуальным областям коры.

Зрительные функции тектопульвинарной системы связаны с расположением объектов в пространстве. <https://es.scribd.com/presentation/143415734/ORGANIZACION-NERVIOSA-DEL-SISTEMA-VISUAL-ppt>.

Рисунок 14: Поперечно-полосатая коленная система и Тектопульвинарная система





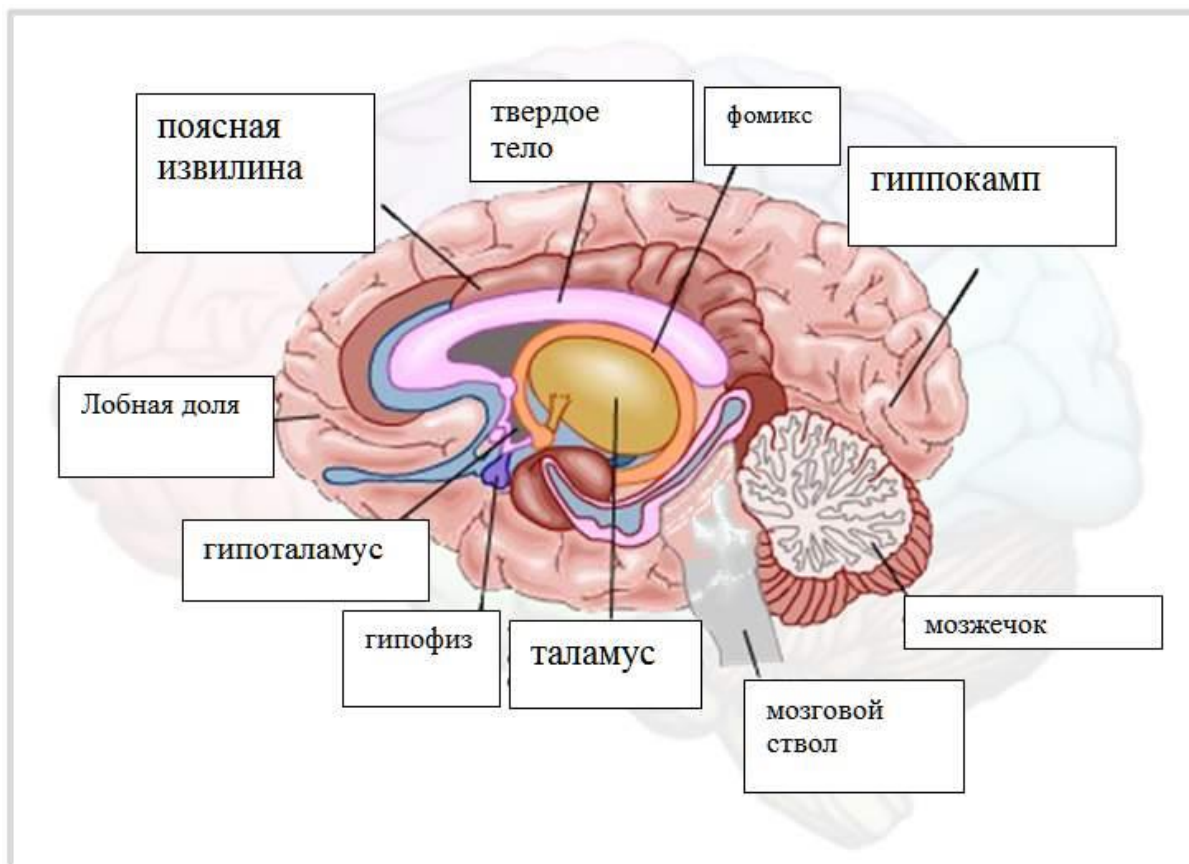
Источник: Энрике, 2013 г., взято из <https://vidauniversoydemas.wordpress.com/2013/10/24/color-una-invitation/>.

Зрительный таламус

Это небольшой сенсорный мозг, в котором вся афферентная информация обрабатывается, прежде чем продолжить свой путь к первичной коре, за исключением обонятельной. Таламус также отображает информацию сетчатки с пространственным распределением, как если бы это был сенсорный гомункул. Это большой яйцевидный ядерный комплекс, расположенный в стенке промежуточного мозга. Снаружи находится слой миелинизированных волокон, называемый внешней костномозговой пластиной, который отделяет основное тело от ретикулярного ядра. Основная масса называется задним таламусом. Передний таламус - это ретикулярное ядро плюс прилегающие структуры.



Рисунок 15: Таламус



Источник: Varenys, s.f. Взято из <https://supercurioso.com/partes-del-cerebro-las-conoces-todas/>

В итоге

Мы могли бы сравнить физиологию глаза с фотоаппаратом: изображения, записанные на ленту, обрабатываются в мозгу. Это позволяет интегрировать эти образы с остальными органами чувств.

Как мы видели ранее, в зрительной системе сетчатки происходят очень сложные явления. Свет должен проходить через слои глаза, чтобы достичь мозга.

Первый прозрачный слой - это роговица, закрывающая переднюю камеру глаза. Ирис действует как диафрагма фотоаппарата и регулирует количество света, проходящего через зрачок. Ирис бывает разного цвета.

Хрусталик представляет собой собирающую линзу, состоящую из листов, прикрепленных связками ко второму слою глаза или сосудистой оболочке глаза. Под действием мышц линза меняет свою форму, чтобы обеспечить проецирование перевернутого изображения на сетчатку. Различия в размере линзы и диаметре ее



зрачка позволяют нам фокусироваться на объектах, находящихся на разном расстоянии от поля зрения.

В сетчатке и ее слоях, как упоминалось выше, сосуществуют клетки, называемые колбочками, которые предпочтительно стимулируются в течение дня, позволяя воспринимать цвет изображений. Ночью стержни стимулируются, и поэтому мы видим объекты в черно-белом цвете.

1.2.4 Вестибулярный слух

Слуховая система

Слуховая система - это набор специализированных структур для улавливания, приема, анализа и кодирования звука, исходящего из окружающей среды. Она отправляет информацию в мозг в виде нервных импульсов для восприятия и интерпретации. Слуховая система работает в синергии с другими сенсорными системами, особенно со зрительными.

В её состав анатомически входят:

1. Наружное ухо: ухо и наружный слуховой проход.
2. Среднее ухо: барабанная перепонка, косточки, барабанная и сосцевидная полости, молоточковые и стремени, а также евстахиева труба.
3. Внутреннее ухо: улитковая часть, нервные пути, ядра и центры слухового нерва ствола, таламуса и коры.

Слуховая система имеет жизненно важное значение при физической активности, поскольку она является ключом к двигательному контролю. В основном это влияет на занятия спортом с помощью отскока или удара, при которых мы обычно обнаруживаем слуховые нарушения.

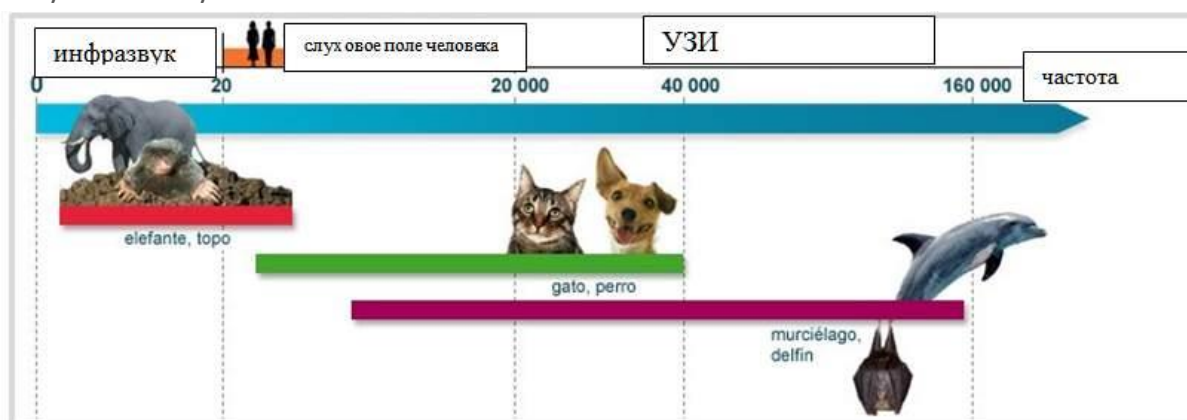
Начнем с определения звука. Звук является подходящим стимулом для слухового рецептора, это тип механической энергии, состоящей из очень небольших колебаний давления в окружающей среде, которые распространяются с высокой скоростью (340 м / с) во всех направлениях от источника. Этот источник почти всегда является вибрирующим объектом, таким как наши голосовые связки. Эти изменения давления повторяются много раз в секунду. Количество изменений в секунду называется частотой и выражается в герцах (Гц). Люди могут улавливать частоты от 20 до 20 000 Гц. Ниже этих цифр мы говорим об инфразвуке, выше - ультразвуке. Ни то, ни другое не воспринимается человеческим ухом.

Звуки бывают чистые, когда они состоят из одной частоты, или сложные, когда они состоят из нескольких частот (это то, что мы слышим каждый день). Частота в несколько Гц низкая, а частота в несколько тысяч Гц высокая. Амплитуда - это физический размер звука, который относится к небольшим или большим изменениям давления и



измеряется в децибелах (дБ). Частота - это физическое измерение звука, которое вызывает слуховые ощущения, которые мы определяем как высоту тона.

Рисунок 16: Звуковые частоты



Источник: Blatrix, 2018, получено с <http://www.cochlea.org/es/sonidos/campo-auditivo-humano>.

Функции наружного уха

Состоящее из уха и наружного слухового прохода, наружное ухо позволяет звуку проникать в глубокие структуры внутреннего уха, защищает его от повреждений извне и определяет его источник, что является ключом к обнаружению возможных источников опасности или пищи. Наконец, еще одной характеристикой наружного уха является резонанс, поскольку, когда он достигает внешнего слухового прохода, звук претерпевает изменение в составе частот, что приводит к увеличению его интенсивности.

Функции среднего уха

Среднее ухо включает барабанную перепонку, косточки, мышцы молоточка и стремени, евстахиеву трубу, воздушные полости сосцевидного отростка и их оболочки. Самая важная функция - работать как акустический преобразователь, то есть обеспечивать эффективную передачу акустической энергии из внешней воздушной среды во внутреннюю жидкую среду. Без среднего уха звук не попадал бы в жидкости внутреннего уха, а отражался бы обратно наружу, не стимулируя рецепторные клетки. Среднее ухо производит усиление давления звука, который достигает овального окна, из-за различий в областях между барабанной перепонкой, наковальной молоточка и стремечками. Из-за различий в поверхности и эффекте рычага оно в 22 раза усиливает звук, который в конечном итоге получает овальное окно.

Молоточек передает колебания барабанной перепонки на наковальню, затем на стремечку и, наконец, на овальное окно. Поверхностные различия объясняют усиление.

Среднее ухо и другие соображения

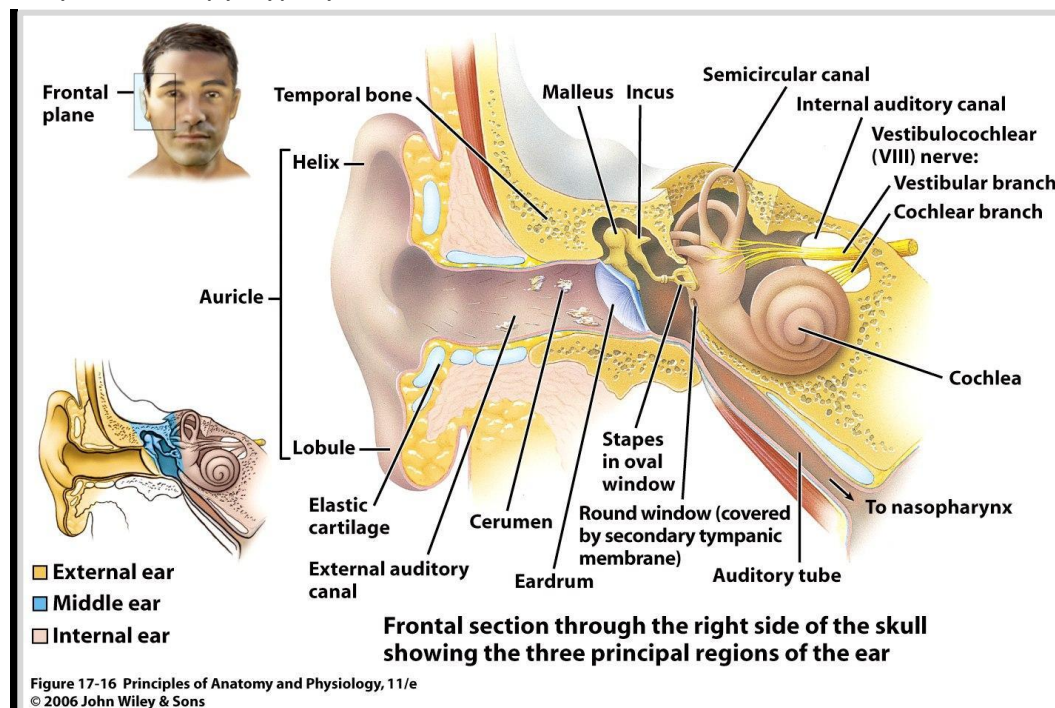


Среднее ухо защищает круглое окно и направляет звуковую энергию таким образом, что она достигает только овального окна и предотвращает попадание в круглое окно. Если звук поступает одновременно в два окна, он подавляется, воздействуя на обе стороны базилярной мембраны улитки (это будут две волны в противоположном направлении). Оно также сообщает воздушные полости среднего уха с носоглоткой: пополняет воздух и поддерживает баланс давления. Регулирует энергию и снижает подвижность косточек, чтобы усилить звук в нужной степени. Таким образом, оно делает возможной передачу во внутреннее ухо и в то же время защищает его.

Внутреннее ухо

Внутреннее ухо состоит из двух частей: первая часть - это передний лабиринт, или улитка (слуховая часть), вторая часть - задний или вестибулярный лабиринт (перцепционная часть ускорений и вращений). Улитка имеет форму трубы, намотанной на себя, содержит более двух витков по центральной оси, со стенками из твердой кости. Эта структура уха содержит две разные по типу жидкости, разделенные мембранами, а именно перилимфу и эндолимфу. Наконец, оно содержит базилярную мембрану и мембрану Рейсснера, а также барабанную лестницу, медиальную и вестибулярную части (посередине над базиляром находится кортиев орган).

Рисунок 17: Структуры уха



Источник:

Университет

Кантабрии,

S.F

<http://fisiologi2014.blogspot.com/2014/09/sentidos-especiales.html>

Frontal plane	Фронтальная план
auricle	ушная раковина
helix	спираль
Temporal bone	Височная кость



Lóbule	мочка уха
Elastic cartilage	Эластичный хрящ
External auditory canal	Наружный слуховой проход
Cerumen	Cerumen
Eardrum	Барабанная перепонка
Stapes in oval window	Стремени в овальном окне
Round window(covered by secondary tympanic membrane)	Круглое окно (закрытое вторичной барабанной перепонкой)
Auditory tube	Слуховая трубка
To nasopharynx	В носоглотку
Cochlea	Улитка
Cochlear branch	Улитковая ветвь
Vestibular branch	Вестибулярная ветвь
Vestibulocochlear nerve	Вестибулярно-кохлеарный нерв
Semicircular canal	Полукружный канал
Incus	Наковальня
Malleus	Молоточек
External ear	Внешнее ухо
Middle ear	Среднее ухо
Internal ear	Внутреннее ухо
Frontal section of ear	Фронтальный отдел уха

Кохлеарная механика

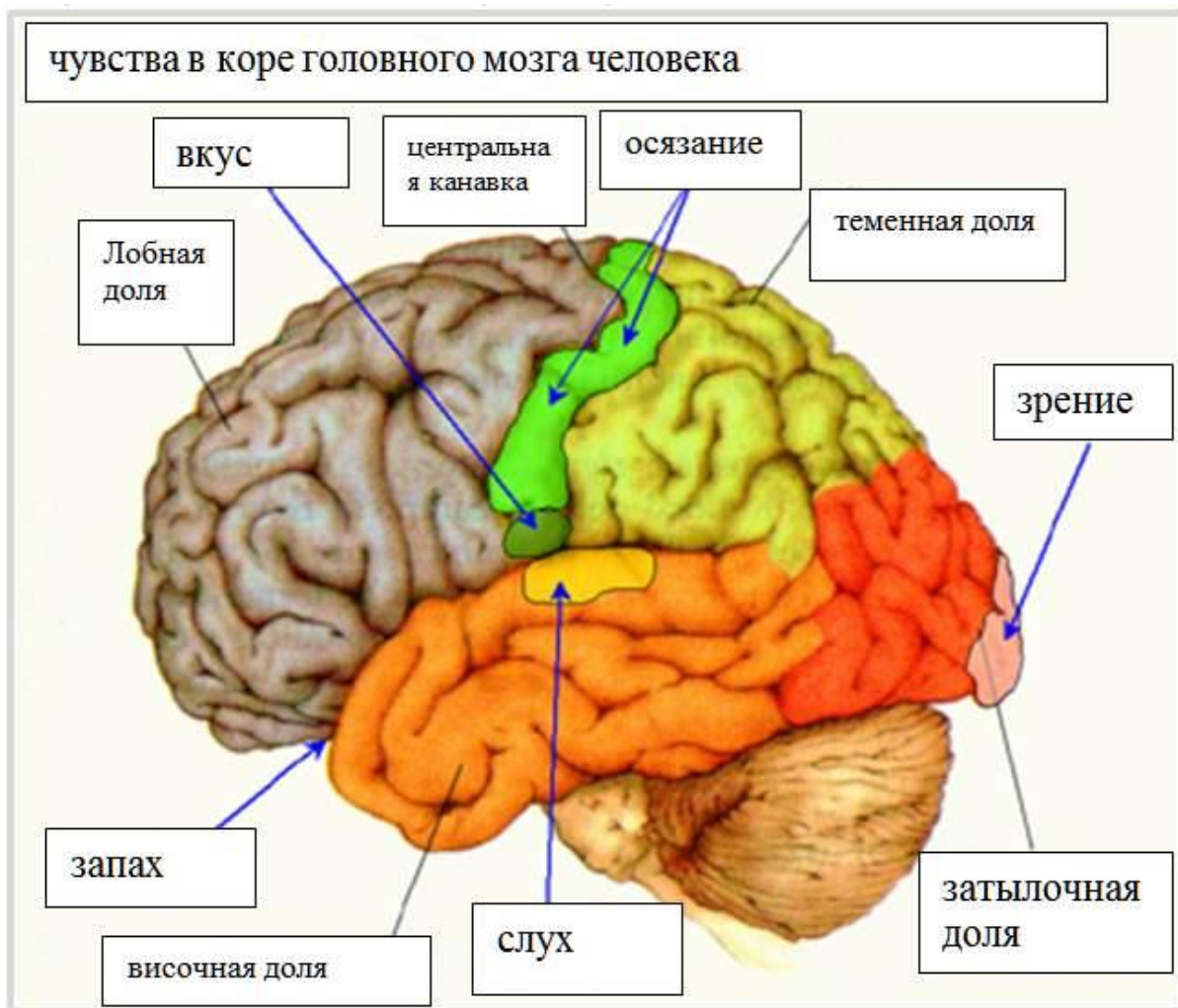
Когда звук достигает овального окна за счет вибрации стремени, он передается через перилимфу щечного ската и заставляет мембрану Рейсснера вибрировать. Через него он также вызывает вибрацию эндолимфы и базилярной мембраны, на которой лежит кортиев орган. Вибрации достигают перилимфы барабанной лестницы и, наконец, круглого окна. Закрытие круглого окна позволяет передавать вибрации через улитку. По мере движения базилярная мембрана образует «бегущие волны», которые распространяются к вершине. Поскольку базилярная мембрана деформируется этими бегущими волнами, происходят изменения в кортиевом органе. Эта деформация ресничек в кортиевом органе - последнее механическое действие в слухе.

Немеханическая обработка слуха

- Кортиев орган: его клетки составляют 8-й черепной нерв или слуховой нерв, выходящий из уха.
- Таламус: включает в себя боковые коленчатые ядра, в зависимости от тона.
- Кора головного мозга: чувство слуха сосредоточено на областях 41 и 42 височной доли.

Рисунок 18: области мозга и органы чувств





Источник: Bosch, 2007 г., взято с http://www.percepnet.com/cien09_07.htm.

Вестибулярная система

Система равновесия более сложна, чем слуховая, в основном за счет двигательного компонента. Не существует единой структуры, которая выполняла бы эту операцию. Система состоит из множества сенсорных импульсов от вестибулярных терминальных органов чувств, зрительной системы, соматосенсорной системы и проприоцептивной системы. Затем информация интегрируется на уровне ствола мозга и мозжечка со значительным влиянием коры головного мозга (например, лобных, теменных и затылочных долей). Интегрированная информация вызывает различные стереотипные двигательные реакции, движение глаз, контроль позы и выходные импульсы восприятия.

Функции вестибулярной системы:

1. Информировать центральную нервную систему о любом угловом или линейном ускорении или замедлении.
2. Помогает визуально ориентироваться, управляя мышцами глаза.
3. Контролирует тонус скелетных мышц, чтобы поддерживать правильную осанку.

Далее мы представляем схему, которая иллюстрирует роль вестибулярной системы в управлении позой, движениями глаз и восприятии ориентации.

Figura 19: cuadro integrador del sistema auditivo



Источник: самостоятельная разработка.

Информация предоставлена лабиринтом:

Информация о положении головы в пространстве.
(Статическая функция: макулярные рецепторы).

Информация о движениях головы.
(Кинетическая функция: ампулярные рецепторы).

Преобразования, возникающие на разных этапах вестибулярной стимуляции посредством сенсорного сообщения, закодированного на уровне вестибулярного нерва, включают:

1. Изменение раздражителя лабиринтными структурами в зависимости от различных механических и гидродинамических характеристик.



2. Механосенсорная трансдукция с появлением рецепторного потенциала.
3. Формирование потенциала постсинаптического генератора и потенциала действия.

Полукружные каналы располагаются попарно:

1. Два горизонтальных воздуховода.
2. Верхний канал и контралатеральный задний канал.
3. Задний канал и контралатеральный верхний канал.

Отолитовые органы, функционально функционирующие попарно. Здесь два утрикулярных макулы расположены близко к горизонтальной плоскости, в то время как две саккулярные макулы появляются в вертикальной плоскости, угол наклона которых составляет примерно 30° внутрь относительно сагиттальной плоскости.

Функционирование полукружных каналов

В момент поворота головы эндолимфа по инерции становится неподвижной, таким образом, мобилизуя желатин в ампуле, толкая и наклоняя стереок в одну сторону. Из-за симметрии полукружных каналов, расположенных с обеих сторон, в одном месте стереоциллы наклоняются в сторону хиноцилло, таким образом увеличивая отток вестибулярного нерва на этом участке, поэтому с другой стороны они наклоняются в направлении, противоположном *quinocillo*, тем самым уменьшая разряд вестибулярного нерва.

В состоянии покоя вестибулярный нерв демонстрирует активность примерно 50 потенциалов действия в минуту с обеих сторон. Это происходит потому, что в вестибулярных ядрах присутствуют связи, которые ингибируют контралатеральные ядра, но когда активность одинакова с обеих сторон, она нивелируется.

Как только голова поворачивается, активность с одной стороны увеличивается, а с другой - уменьшается. Этот тип дисбаланса субъективно воспринимается как поворот головы, вызывающий движения глаз для компенсации.

Так называемые полукружные протоки (CSC) вмешиваются в вестибулоокулярный рефлекс. Это отражение выполняет функцию удержания взгляда в одной и той же точке. Когда CSC удается определить местонахождение поворота головы, вестибулярные ядра посылают сигналы тем ядрам, которые отвечают за управление движениями глаз, таким образом, они перемещают их в направлении, противоположном направлению головы, что позволяет компенсировать движение и продолжать смотреть в ту же точку.

Функционирование маточки и мешочка

Вмешательство маточки и мешочка в тонические рефлекс известны как структуры вестибулярного аппарата. Эти структуры определяют статическое положение головы по отношению к вертикали (CSC сообщают только о тех движениях, которые производят поворот, а не о статических положениях).



И маточка, и мешочек известны как мембранные мешки, заполненные эндолфином. Они представляют собой область или демаркацию стенки, которая выстлана эпителием волосковых клеток. Эти клетки покрыты желатином, на котором осаждаются кристаллы карбоната кальция. Они скользят в одну сторону из-за своего веса и, производя это действие, наклоняют стереоцилии в одну сторону.

Когда они наклонены и ориентированы в сторону киноцилии, клетка деполяризуется. Этот процесс связан с тем, что стереоцилии связаны нитями с соседними стереоцилиями. Эти нити связываются с калиевыми каналами в мембране. В тот момент, когда стереоцилии изгибаются к киноцилии, нити натягиваются, открывая, таким образом, калиевые каналы. Поскольку концентрация калия в эндолимфе высока, калий проникает в клетку и, таким образом, деполяризует ее. В том случае, если стереоциты были наклонены в противоположную сторону, клетка, наоборот, становится гиперполяризованной. Следовательно, маточка и мешочек обнаруживают себя, если голова наклонена.

Тонические постуральные рефлексы

Тонические постуральные рефлексы - это набор рефлексов, функция которых заключается в поддержании вертикального положения головы и тела по отношению к вертикали. Они контролируются ядрами ствола мозга, поэтому их можно изучать более четко при бездумной подготовке, в которой ствол мозга отключен от более высоких уровней. Тонические постуральные рефлексы используют, с одной стороны, информацию от вестибулярного аппарата, которая указывает положение головы в пространстве (вестибулярные рефлексy), а с другой стороны, информацию от рецепторов в мышцах шеи, которые указывают, согнута ли или повернута (шейные рефлексy). Тонические рефлексy влияют на положение шеи (вестибулоцервикальный и шейно-шейный рефлексy) и конечностей (вестибулоспинальный и шейно-спинальный рефлексy). Физиологическая функция вестибуло-цервикального и шейно-шейного рефлексy заключается в поддержании положения головы.

Вестибулоспинальный рефлекс имеет тенденцию предотвращать падение, когда объект находится на наклонной поверхности, а шейно-спинальный рефлекс отменяет вестибулоспинальный рефлекс, когда положение головы перемещается путем сгибания шеи.

<https://es.scribd.com/presentation/41767890/REFLEJOS-TONICOS-DE-CUELLO>.

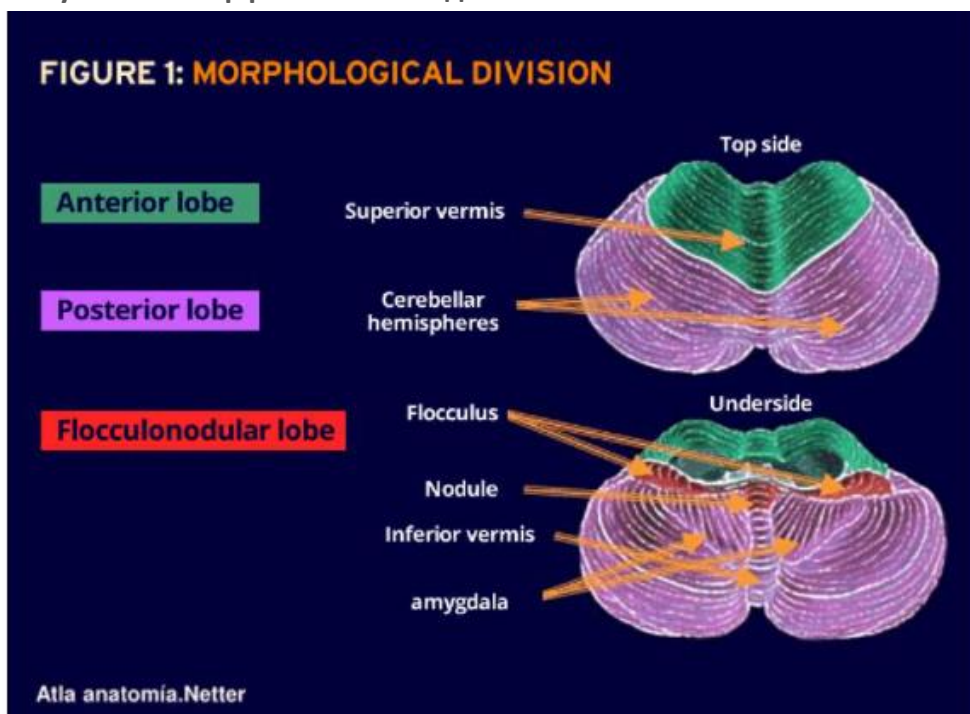
Преддверие-мозжечок

Анатомически он связан с узелком-флоком. Это имеет большое значение в одной увязке с вестибулярными ядрами в функциях, которые включают поддержание баланса, а также в регуляции рефлексy глазного вестибуля.



Поражения, возникающие в вестибуле-мозжечке, вызывают симптомы, аналогичные симптомам вестибулярных ядер на противоположной стороне. Это происходит из-за того, что кора вестибулоцеребеллума подавляет ипсилатеральные вестибулярные ядра, повреждение вестибулоцеребеллума порождает ипсилатеральную вестибулярную гиперактивность, то есть поражение контралатеральных вестибулярных ядер.

Рисунок 20: Морфологическое деление мозжечка.



Источник: <https://es.slideshare.net/rodolphofranco/snc-cerebelo>

Anterior lobe	Передняя доля
Posterior lobe	задняя доля
Flocculonodular lobe	Флоккулонодулярная лопасть
Top side	Верхняя сторона
Superior vermis	верхний червь
Cerebellar hemispheres	полушария мозжечка
Underside	нижняя сторона
Flocculus	хлопья
Nodule	узелок
Inferior vermis	нижний червь
Amygdala	миндалевидное тело

Ссылки

Акоста, М. и Фабрицио, Дж. (2013). Упражнения Френкеля и их частота в улучшении состояния пациентов в возрасте от 40 до 70 лет с позиционным головокружением. Технический университет области. Факультет медицинских наук. Карьера физиотерапевта.

Альварадо, Дж. (1997). Анализ обработки визуальной стимуляции. Докторская диссертация Мадридский университет Комплутенсе. Факультет психологии. Отдел методологии поведенческих наук.

Альварадо, С. (2015). Оптические проблемы. Технический университет Бабахойо. <http://problemasopticosbiologia.blogspot.com/2015/08/problemas-opticos.html>.

Баренис, Л. (н.э.). Части мозга. Вы их всех знаете? [запись в блоге] получено с <https://supercurioso.com/partes-del-cerebro-las-conoces-todas/>

Блатрикс, С. (6 июня 2018 г.). Слуховое поле человека [онлайн-статья] Получено с <http://www.cochlea.org/es/sonidos/campo-auditivo-humano>

Босх, М. (25 сентября 2007 г.). Видеть звуки и слышать образы: мультисенсорная интеграция. Часть первая: удивительные явления и древние гипотезы [сообщение в блоге], полученное с http://www.percepnet.com/cien09_07.htm.

Ди Санто, М. (2011). Неврология и моторика человека. Кордова. http://www.institutocae.edu.ar/datos/adjuntos/adj_223_2.pdf

Энрике (24 октября 2013 г.). Цвет. Приглашение. [запись в блоге] получено с <https://vidauniversoydemas.wordpress.com/2013/10/24/color-una-invitation/>

Неаполь, Дж. (2013). Нервная организация зрительной системы. <https://es.scribd.com/presentation/143415734/ORGANIZACION-NERVIOSA-DEL-SISTEMA-VISUAL-ppt>

Newsmaster (н.в.). Анатомия глаза вики. Восстановлено с <http://newsmasters.info/anatom%EDa-del-ojo-wiki>

Пинедра, А. (2010). Тонизирующие шейные рефлексы. <https://es.scribd.com/presentation/41767890/REFLEJOS-TONICOS-DE-CUELLO>.

Первес, Д. (2007). Неврология. Буэнос-Айрес: Панамериканский.

Здоровье и пилатес (3 июля 2015 г.). Миофасциальная терапия [запись в блоге] получена с <https://saludypilates.com/terapia-miofascial/>



Schleip, R. и Müller, DG. (2013). Принципы тренировки фасциальных соединительных тканей: научное обоснование и предлагаемые практические применения. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/23294691>.

Университет Кантабрии (s.f.). http://2.bp.blogspot.com/-EdC6hSDAQWw/VAvxXE0438I/AAAAAAAAABGU/_7rz97u55Z4/s1600/anatomia%2Boido.png
Википедия (без даты). Чарльз Скотт Шеррингтон [онлайн-статья] Получено с https://en.wikipedia.org/wiki/Charles_Scott_Sherrington

