

Л. Д. Маркина, В.В. Маркин, А.А. Баркар

# ФИЗИОЛОГИЯ СЕНСОРНЫХ СИСТЕМ

Под редакцией Л.Д. Маркиной

Учебное пособие



Владивосток  
Медицина ДВ  
2018

ISBN 978-5-98301-155-7



9 785983 011557



Издательство «Медицина ДВ»  
690950 г. Владивосток, пр-т Острякова, 4  
Тел.: (423) 245-56-49. E-mail: medicinaDV@mail.ru

Министерство здравоохранения Российской Федерации  
Тихоокеанский государственный медицинский университет

Л. Д. Маркина, В.В. Маркин, А.А. Баркар

# ФИЗИОЛОГИЯ СЕНСОРНЫХ СИСТЕМ

Под редакцией Л.Д. Маркиной

*Учебное пособие*

*Рекомендовано Координационным советом по области образования  
«Здравоохранение и медицинские науки» в качестве учебного пособия  
для использования в образовательных учреждениях, реализующих  
основные профессиональные образовательные программы высшего  
образования по направлению подготовки специалитета  
по специальности 37.05.01 «Клиническая психология»*



Владивосток  
Медицина ДВ  
2018

УДК 612. 821. 8 (075.8)

ББК 28.073я 73

М 267

*Издано по рекомендации редакционно-издательского совета  
Тихоокеанского государственного медицинского университета*

**Рецензенты:**

**Д.Ю. Кувишинов** – доктор медицинских наук, профессор,  
зав. кафедрой нормальной физиологии  
Кемеровского государственного медицинского университета  
Министерства здравоохранения Российской Федерации

**Н.Р. Григорьев** – доктор медицинских наук, профессор,  
заслуженный работник высшей школы РФ,  
профессор кафедры физиологии и патофизиологии  
Амурской государственной медицинской академии  
Министерства здравоохранения Российской Федерации

**Маркина, Л. Д.**

М 267 Физиология сенсорных систем: учебное пособие / Л.Д. Маркина,  
В.В. Маркин, А.А. Баркар / под ред. Л. Д. Маркиной. – 2-е изд., перераб.  
доп. – Владивосток: Медицина ДВ, 2018. – 180 с.

ISBN 978-5-98301-155-7

Изучение физиологии сенсорных систем необходимо для формирования профессиональных компетенций будущих клинических психологов. Учебное пособие составлено по дисциплине «Нейрофизиология. Практикум по нейрофизиологии» в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта и предназначено для обучающихся по программам высшего образования – программам специалитета, по специальности Клиническая психология. Рассмотрены современные данные по физиологии сенсорных систем и их особенностях в онтогенезе человека. Пособие хорошо иллюстрировано. Четкая рубрикация фрагментов материала обеспечивает легкое его усвоение.

УДК 612. 821. 8 (075.8)

ББК 28.073я 73

ISBN 978-5-98301-155-7

© Л. Д. Маркина, 2018

© «Медицина ДВ», 2018

## СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ

АСВП – акустические стволовые вызванные потенциалы

ВП – вызванные потенциалы

ГДФ – гуанозиндифосфат

ГТФ – гуанозинтрифосфат

ДСВП – длиннолатентные слуховые вызванные потенциалы

ЗВКП – зрительные вызванные корковые потенциалы

ЗВП – зрительные вызванные потенциалы

КПБМ – кора полушарий большого мозга

РП – рецептивное поле

СВП – слуховые вызванные потенциалы

СС – сенсорная система

цГМФ – циклический гуанозинмонофосфат

ЦНС – центральная нервная система

ЭРГ – электроретинограмма

ЭЭГ – электроэнцефалограмма

## ПРЕДИСЛОВИЕ

В профессиональной подготовке психологов важное место отводится изучению нейрофизиологии. Этот раздел физиологии включает несколько подразделов, одним из которых является «физиология сенсорных систем».

За последние годы появилось значительное количество новых, принципиальных по значимости данных по различным подразделам физиологии сенсорных систем, что диктует необходимость нового изложения данного курса.

Настоящее учебное пособие составлено по дисциплине «Нейрофизиология. Практикум по нейрофизиологии» для студентов, обучающихся по специальности: клиническая психология. Оно включает систематическое изложение современных данных по физиологии сенсорных систем и особенностях их формирования в онтогенезе человека.

Студенты, обучающиеся по специальности «Клиническая психология» должны знать не только особенности функционирования сенсорных систем взрослого организма, но и их формирование в процессе онтогенеза. Это и побудило авторов подготовить настоящие учебное пособие.

Оно включает 9 глав, посвященных общим закономерностям функционирования сенсорных систем (глава 1), зрительной сенсорной системе (глава 2), слуховой сенсорной системе (глава 3), вестибулярной сенсорной системе (глава 4), кожно-кинестетической сенсорной системе (глава 5), висцеральной сенсорной системе (глава 6), обонятельной сенсорной системе (глава 7), вкусовой сенсорной системе (глава 8), возрастным особенностям функционирования сенсорных систем (глава 9).

Сложность современного изложения физиологии сенсорных систем состоит в том, что кроме чисто физиологического материала (физиологии путей и центров сенсорных систем), необходимо также

рассматривать возможности сенсорных систем человека при обнаружении и различении физических параметров сенсорных стимулов, что, по существу, является содержанием определенных разделов экспериментальной психологии. Кроме того, обязательным считаем изложение данных о деятельности входных для сенсорной системы элементов – рецепторов и их вспомогательных структур. Этот раздел в настоящее время связан в основном с такими науками, как биохимия и биофизика. Для понимания функционирования сенсорных систем абсолютно необходимым представляется краткое изложение особенностей структуры периферических и центральных отделов сенсорных систем. Все это определяет сложность современного освещения вопросов физиологии сенсорных систем в рамках достаточно короткого учебного пособия. В какой мере авторам удалось справиться с этой задачей – судить читателям.

Учебное пособие составлено по дисциплине «Нейрофизиология. Практикум по нейрофизиологии» в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта и предназначено для обучающихся по программам высшего образования – программам специалитета, по специальности 37.05.01 Клиническая психология.

Все замечания и предложения, возникшие по поводу содержания настоящего учебного пособия, будут восприниматься с благодарностью.

Главы 1-8 написаны Л.Д. Маркиной, 9 глава – Л.Д. Маркиной, В.В. Маркиным, А.А. Баркар.

*Профессор кафедры нормальной и патологической физиологии ТГМУ д.м.н. профессор Л.Д. Маркина*

# ГЛАВА 1

## ОБЩИЕ ЗАКОНОМЕРНОСТИ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ СЕНСОРНЫХ СИСТЕМ

### ***1.1. Вклад И.П. Павлова в разработку учения об анализаторах***

Все многообразие воздействий окружающего материального мира мы воспринимаем посредством специально организованных органов, приспособленных к восприятию различных раздражителей. Так как раздражители вызывают ощущения, эти органы были названы органами чувств. Данный термин был предложен военным врачом, ставшим физиком, Германом Гельмгольцем. Термин предполагает связь определенного органа с чувством. Однако известны такие чувства (радость, облегчение), которые невозможно связать с одним органом, по этой причине термин не является удачным.

В 1909 г. И.П. Павлов предложил термин «анализатор», которым обозначил анатомически и гистологически разнородные образования, осуществляющие выделение, переработку и передачу сигналов внешнего мира и внутренней среды в центральную нервную систему. И.П. Павлов в составе каждого анализатора выделил три отдела: периферический, проводниковый и корковый. Периферический включает рецепторы, хотя в некоторых, например в зрительном анализаторе, в этот отдел включены и первичные афферентные нейроны. Помимо рецепторов к периферическому отделу также относятся специальные вспомогательные образования, предназначенные для наилучшего восприятия действующего раздражителя, например глаз, как орган зрения, кроме фоторецепторов, локализующихся в сетчатке (внутренней оболочке глазного яблока), включает глазное яблоко, его мышцы, веки и др.

Проводниковый отдел анализаторов вмещает не только нервные волокна, непосредственно отходящие от рецепторов, но и все афферентные нейроны, расположенные на различных уровнях центральной нервной системы (ЦНС), где переключаются афферентные потоки. Проведение возбуждения по проводниковому отделу анализатора идет по двум афферентным путям: 1) специфическим, идущим

от рецепторов по строго обозначенным путям к проекционным зонам КПБМ и 2) неспецифическим – с участием ретикулярной формации, за счет которой осуществляется конвергенция различных афферентных потоков и взаимодействие между анализаторами. При этом афферентные потоки теряют свои специфические свойства и изменяют возбудимость нейронов коры полушарий большого мозга (КПБМ). За счет коллатералей в процесс возбуждения включается гипоталамус, другие отделы лимбической системы и двигательные центры, что и объясняет появление вегетативных, эмоциональных и двигательных компонентов сенсорных реакций.

Корковый отдел анализатора представлен двумя частями (по И.П. Павлову): 1) ядерной зоной и 2) зоной рассеянных элементов. Ядро анализатора представлено проекционными зонами КПБМ, а рассеянные элементы – ассоциативными его зонами. Проекционные отвечают за специфические ощущения (чувство прикосновения, звучания), ассоциативные – за создание интегральных образов, нередко связанных с прошлым жизненным опытом (рис. 1, 2).

В КПБМ выделяют первичные, вторичные и третичные поля (по Кэмпбеллу и Геншену). Первичные и вторичные относятся к ядру анализатора, а третичные – к зоне рассеянных элементов. Например, к ядерной зоне зрительного анализатора причисляются 17, 18 и 19 поля, слухового – 41, 42, 22, кинестетического – 3, 1, 2, частично 5-е, из них к первичным относятся: 17, 41, 3, а остальные ко вторичным.



Рис. 1. Четыре основные доли головного мозга, вид сбоку.

В лобной, височной, теменной и затылочной долях расположены первичные двигательная и сенсорная области, двигательные и сенсорные области более высокого порядка (второго, третьего и т.д.) и ассоциативная неспецифическая кора.

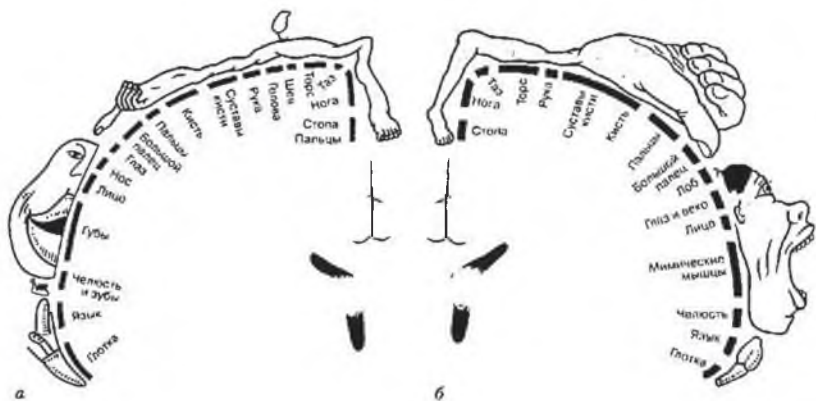


Рис.2. Представительство чувствительных функций в задней центральной извилине (а) и двигательных функций в передней центральной извилине (б). Части тела гомукулуса соответствуют локализации данных функций в коре (по У. Пенфилду, 1956).

Первичные зоны КПБМ организованы по принципу вертикальных колонок, объединяющих нейроны с общими рецептивными полями, они непосредственно связаны с соответствующими реле – ядрами таламуса. Все первичные поля имеют топическое строение (точка в точку), то есть каждому участку рецепторной поверхности (сетчатки, кожи, кортиева органа) соответствует определенный участок в первичной коре, поэтому она и названа проекционной. Величина зоны представительства рецепторного участка в первичной коре зависит от его функциональной значимости. Функции первичных полей КПБМ состоят в максимально тонком анализе физических параметров стимулов определенной модальности, они отвечают за элементарные ощущения, от первичных проекционных зон КПБМ информация поступает ко вторичным проекционно-ассоциативным полям, которые характеризуются большим разнообразием клеток, переключающих афферентные импульсы 4-го слоя на пирамидные нейроны 3-го слоя КПБМ. Этот тип переключения называется вторичным проекционно-ассоциативным нейронным комплексом. Связи вторичных полей коры с подкорковыми структурами более сложные, чем у первичных полей. Ко вторичным полям афферентные импульсы поступают не непосредственно из реле-ядер таламуса, а из ассоциативных ядер таламуса после их переключения, то есть вторичные поля получают более сложную, переработанную информацию с периферии, чем первичные (рис. 3).

Вторичные зоны имеют ассоциативные связи с другими отделами КПБМ, поэтому они называются проекционно-ассоциативными, именно они осуществляют синтез раздражителей, объединения различных

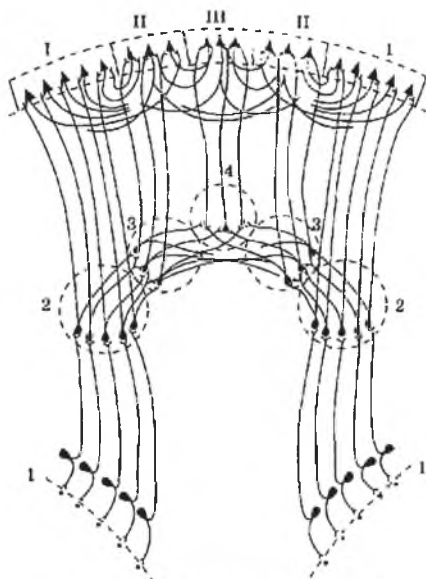


Рис. 3. Схема, иллюстрирующая кортиколизацию сенсорных систем (по Г.И. Полякову, 1965).

1 – рецептор; 2 – специфические подкорковые релейные ядра; 3 – ассоциативные ядра конкретной сенсорной системы; 4 – полисенсорное ассоциативное ядро; I – «первичная» корковая проекционная зона; II – «вторичная» корковая проекционная зона; III – «третичная» корковая проекционная зона.

анализаторных зон, осуществляющих операции гнозиса и, отчасти, праксиса. С помощью этих зон человек видит людей, птиц, то есть различные оформленные предметы.

Третичные поля находятся вне ядерных зон анализаторов. Это верхне-теменная область (7, 40 поля), нижне-теменная область (39 поле), средне-височная область (21, 37 поля) и зона ТРО – зона перекрытия височной (temporalis), теменной (parietalis) и затылочной (occipitalis) зон КПБМ (37 и частично 39 поле). Для третичных полей характерен типичный ассоциативный комплекс, то есть переключение импульсов от звездчатых нейронов 2-го слоя к 3-му слою (средним и верхним подслоям). Третичные поля не имеют непосредственной связи с периферией, это зоны пере-

крытия корковых представительств отдельных анализаторов. Они обеспечивают выработку сложных, интегративных реакций, среди которых у человека первое место занимают осмысленные действия. В третичных зонах происходят операции планирования и контроля, требующие комплексного участия различных отделов мозга, они осуществляют сложные надмодальные виды психической деятельности (символической, речевой, интеллектуальной). Особое значение среди полей КПБМ имеет зона ТРО, выполняющая наиболее сложные интегративные функции.

## 1.2. Методы исследования сенсорных систем (СС)

Методы исследования СС подразделяются: 1) на методы изучения правил работы СС; 2) на методы изучения механизмов работы СС; 3) на методы исследования структурной организации СС. Среди методов первой группы можно выделить: а) психофизиологический; б) условнорефлекторный и в) клинический. В единую группу их объединя-