

Е.Б. Бабский, Г.И. Косицкий, Б.И. Ходоров

Физиология человека

**Москва
«Книга по Требованию»**

УДК 61
ББК 5
Е11

Е11 **Е.Б. Бабский**
Физиология человека / Е.Б. Бабский, Г.И. Косицкий, Б.И. Ходоров – М.: Книга по Требованию, 2023. – 560 с.

ISBN 978-5-458-39021-7

Учебник представляет собой издание широко известного и хорошо зарекомендовавшего себя, переведенного на ряд языков учебника физиологии для медицинских институтов. Во всех главах учебника изложены современные достижения науки. В настоящем издании устранены некоторые имевшиеся недочеты и внесены новые данные. Третье издание учебника написано в соответствии с достижениями современной науки. Представлены новые факты и концепции, включены новые главы: "Особенности высшей нервной деятельности человека", "Элементы физиологии труда, механизмы тренировки и адаптации", расширены разделы, освещающие вопросы биофизики и физиологической кибернетики. Девять глав учебника написаны заново, остальные в значительной мере переработаны. Объем материала и его расположение соответствуют программе курса, утвержденной Министерством здравоохранения СССР. Предназначается учебник для студентов медицинских институтов

ISBN 978-5-458-39021-7

© Издание на русском языке, оформление
«УОУO Media», 2023
© Издание на русском языке, оцифровка,
«Книга по Требованию», 2023

Эта книга является репринтом оригинала, который мы создали специально для Вас, используя запатентованные технологии производства репринтных книг и печати по требованию.

Сначала мы отсканировали каждую страницу оригинала этой редкой книги на профессиональном оборудовании. Затем с помощью специально разработанных программ мы произвели очистку изображения от пятен, клякс, перегибов и попытались отбелить и выровнять каждую страницу книги. К сожалению, некоторые страницы нельзя вернуть в изначальное состояние, и если их было трудно читать в оригинале, то даже при цифровой реставрации их невозможно улучшить.

Разумеется, автоматизированная программная обработка репринтных книг – не самое лучшее решение для восстановления текста в его первоизданном виде, однако, наша цель – вернуть читателю точную копию книги, которой может быть несколько веков.

Поэтому мы предупреждаем о возможных погрешностях восстановленного репринтного издания. В издании могут отсутствовать одна или несколько страниц текста, могут встретиться невыводимые пятна и кляксы, надписи на полях или подчеркивания в тексте, нечитаемые фрагменты текста или загибы страниц. Покупать или не покупать подобные издания – решать Вам, мы же делаем все возможное, чтобы редкие и ценные книги, еще недавно утраченные и несправедливо забытые, вновь стали доступными для всех читателей.

Глава 1

ФИЗИОЛОГИЯ И ЕЕ ЗНАЧЕНИЕ

Физиология (от греч. *physis* — природа и *logos* — учение) — наука о жизнедеятельности целостного организма и отдельных его частей: клеток, тканей, органов, функциональных систем. Физиология стремится вскрыть механизмы осуществления функций живого организма, их связь между собой, регуляцию и приспособление к внешней среде, происхождение и становление в процессе эволюции и индивидуального развития особи.

Физиологические закономерности основаны на данных о макро- и микроскопической структуре органов и тканей, а также о биохимических и биофизических процессах, протекающих в клетках, органах и тканях. Физиология синтезирует конкретные сведения, полученные анатомией, гистологией, цитологией, молекулярной биологией, биохимией, биофизикой и другими науками, объединяя их в единую систему знаний об организме. Таким образом, физиология является наукой, осуществляющей *системный подход*, т.е. исследование организма и всех его элементов как систем. Системный подход ориентирует исследователя в первую очередь на раскрытие целостности объекта и обеспечивающих ее механизмов, т.е. на выявление многообразных *типов связей* сложного объекта и сведение их в *единую теоретическую картину*.

Объект изучения физиологии — живой организм, функционирование которого как целого представляет собой не результат простого механического взаимодействия составляющих его частей. Целостность организма возникает и не вследствие воздействия некоей надматериальной сущности, беспрекословно подчиняющей себе все материальные структуры организма. Подобные трактовки целостности организма существовали и еще существуют в виде ограниченного механистического (*метафизического*) или не менее ограниченного идеалистического (*виталистического*) подхода к изучению жизненных явлений. Ошибки, присущие обоим подходам, могут быть преодолены лишь при изучении этих проблем с *диалектико-материалистических позиций*. Поэтому закономерности деятельности организма как целого можно понять лишь на основе последовательно научного мировоззрения. Со своей стороны изучение физиологических закономерностей дает богатый фактический материал, иллюстрирующий ряд положений диалектического материализма. Связь физиологии и философии, таким образом, является двусторонней.

Физиология и медицина

Раскрывая основные механизмы, обеспечивающие существование целостного организма и его взаимодействие с окружающей средой, физиология позволяет выяснить и исследовать причины, условия и характер нарушений деятельности этих механизмов во время болезни. Она помогает определить пути и способы воздействия на организм, при помощи которых можно нормализовать его функции, т.е. восстановить здоровье. Поэтому физиология является *теоретической основой медицины*, физиология и медицина неотделимы. Врач оценивает тяжесть заболевания по степени функциональных нарушений, т.е. по величине отклонения от нормы ряда физиологических функций. В настоящее время такие отклонения измеряются и оцениваются количественно. Функциональные (физиологические) исследования являются основой клинической диагностики, а также методом оценки эффективности лечения и прогноза заболеваний. Обследуя больного, устанавливая степень нарушения физиологических функций, врач ставит перед собой задачу вернуть эти функции к норме.

Однако значение физиологии для медицины не ограничивается этим. Изучение функций различных органов и систем позволило *моделировать* эти функции с помощью приборов, аппаратов и приспособлений, созданных руками человека. Таким путем была сконструирована *искусственная почка* (аппарат для гемодиализа). На основе изучения физиологии сердечного ритма создан аппарат для *электростимуляции сердца*, обеспечивающий нормальную сердечную деятельность и возможность возвращения к труду больных с тяжелыми поражениями сердца. Изготовлены *искусственное сердце* и аппараты *искусственного кровообращения* (машины «сердце — легкие»), позволяющие выключить сердце пациента на время проведения на сердце сложной операции. Есть аппараты для *дефибриляции*, которые восстанавливают нормальную сердечную деятельность при смертельных нарушениях сократительной функции сердечной мышцы.

Исследования в области физиологии дыхания позволили сконструировать аппарат для управляемого *искусственного дыхания* («железные легкие»). Созданы приборы, при помощи которых можно на длительное время выключить дыхание пациента в условиях операций либо годами поддерживать жизнь организма при поражениях дыхательного центра. Знание физиологических закономерностей газообмена и транспорта газов помогло создать установки для *гипербарической оксигенации*. Она используется при смертельных поражениях системы крови, а также дыхательной и сердечно-сосудистой систем. На основе законов физиологии мозга разработаны методики ряда сложнейших нейрохирургических операций. Так, в улитку глухого человека вживляют электроды, по которым поступают электрические импульсы из искусственных приемников звука, что в известной мере восстанавливает слух.

Это лишь очень немногие примеры использования законов физиологии в клинике, но значение нашей науки выходит далеко за пределы только лечебной медицины.

Роль физиологии в обеспечении жизни и деятельности человека в различных условиях

Изучение физиологии необходимо для научного обоснования и создания условий здорового образа жизни, предупреждающего заболевания. Физиологические закономерности являются основой *научной организации труда* в современном производстве. Физиология позволила разработать научное обоснование различных *режимов индивидуальных тренировок* и спортивных нагрузок, лежащих в основе современных спортивных достижений. И не только спортивных. Если нужно послать человека в космос или опустить его в глубины океана, предпринять экспедицию на северный и южный полюс, достичь вершин Гималаев, освоить тундру, тайгу, пустыню, поместить человека в условия предельно высоких или низких температур, переместить его в различные часовые пояса или климатические условия, то физиология помогает обосновать и обеспечить все *необходимое для жизни и работы человека в подобных экстремальных условиях*.

Физиология и техника

Знание законов физиологии потребовалось не только для научной организации и повышения производительности труда. За миллиарды лет эволюции природа, как известно, достигла высочайшего совершенства в конструкции и управлении функциями живых организмов. Использование в технике принципов, методов и способов, действующих в организме, открывает новые перспективы для технического прогресса. Поэтому на стыке физиологии и технических наук родилась новая наука—*бионика*.

Успехи физиологии способствовали созданию ряда других областей науки.

В. ГАРВЕЙ
(1578—1657)



РАЗВИТИЕ МЕТОДОВ ФИЗИОЛОГИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ

Физиология родилась как наука *экспериментальная*. Все данные она получает путем непосредственного исследования процессов жизнедеятельности организмов животных и человека. Родоначальником экспериментальной физиологии был знаменитый английский врач Уильям Гарвей.

«Триста лет тому назад среди глубокого мрака и трудно вообразимой сейчас путаницы, царившей в представлениях о деятельности животного и человеческого организмов, но освещенных неприкосновенным авторитетом научного классического наследия, врач Уильям Гарвей подсмотрел одну из важнейших функций организма — кровообращение и тем заложил фундамент новому отделу точного человеческого знания — физиологии животных», — писал И.П.Павлов. Однако на протяжении двух веков после открытия кровообращения Гарвеем развитие физиологии происходило медленно. Можно перечислить сравнительно немного основополагающих работ **XVII—XVIII** вв. *Это открытие капилляров* (Мальпиги), формулировка принципа *рефлекторной деятельности нервной системы* (Декарт), измерение величины *кровенного давления* (Хелс), формулировка закона *сохранения материи* (М.В.Ломоносов), открытие кислорода (Пристли) и *общности процессов горения и газообмена* (Лавуазье), открытие *«животного электричества»*, т. е. способности живых тканей генерировать электрические потенциалы (Гальвани), и некоторые другие работы.

Наблюдение как метод физиологического исследования. Сравнительно медленное развитие экспериментальной физиологии на протяжении двух столетий после работ Гарвея объясняется низким уровнем производства и развития естествознания, а также трудностями исследования физиологических явлений путем их обычного наблюдения. Подобный методический прием был и остается причиной многочисленных ошибок, так как экспериментатор должен проводить опыт, видеть и запоминать множе-



К.
ЛЮДВИГ
(1816—1895)



Н. Е. ВВЕДЕНСКИЙ
(1852—1922)

ство сложных процессов и явлений, что представляет собой трудную задачу. О трудностях, которые создает методика простого наблюдения физиологических явлений, красноречиво свидетельствуют слова Гарвея: «Скорость сердечного движения не позволяет различить, как происходит систола и диастола, и поэтому нельзя узнать, в какой момент и в которой части совершается расширение и сжатие. Действительно, я не мог отличить систолы от диастолы, так как у многих животных сердце показывается и исчезает в мгновение ока, с быстротой молнии, так что мне казалось один раз здесь систола, а здесь — диастола, другой раз — наоборот. Во всем разность и сбивчивость».

Действительно, физиологические процессы представляют собой *динамические явления*. Они непрерывно развиваются и изменяются. Поэтому непосредственно удастся наблюдать лишь 1—2 или, в лучшем случае, 2—3 процесса. Однако, чтобы их анализировать, необходимо установить взаимосвязь этих явлений с другими процессами, которые при таком способе исследования остаются незамеченными. В связи с этим простое наблюдение физиологических процессов как метод исследования является источником субъективных ошибок. Обычно наблюдение позволяет установить лишь качественную сторону явлений и лишает возможности исследовать их количественно.

Важной вехой в развитии экспериментальной физиологии было изобретение кимографа и введение метода графической регистрации артериального давления немецким ученым Карлом Людвигом в 1843 г.

Графическая регистрация физиологических процессов. Метод графической регистрации ознаменовал новый этап в физиологии. Он позволил получать объективную запись изучаемого процесса, сводившую до минимума возможность субъективных ошибок. При этом эксперимент и анализ изучаемого явления можно было производить в *два этапа*. Во время самого опыта задача экспериментатора заключалась в том, чтобы получить высококачественные записи — кривые. Анализ полученных данных можно было производить позже, когда внимание экспериментатора уже не отвлекалось на проведение опыта. Метод графической регистрации дал возможность записывать одновременно (синхронно) не один, а несколько (теоретически неограниченное количество) физиологических процессов.

Довольно скоро после изобретения записи артериального давления были предложены методы регистрации сокращения сердца и мышц (Энгельман), введен способ воздушной передачи (капсула Маррея), позволивший записывать иногда на значительном расстоянии от объекта ряд физиологических процессов в организме: дыхательные движения грудной клетки и брюшной полости, перистальтику и изменение тонуса желудка, кишечника и т.д. Был предложен метод регистрации сосудистого тонуса (плетизмография по Моссо), изменения объема, различных внутренних органов — онкометрия и т.д.

Исследования биоэлектрических явлений. Чрезвычайно важное направление развития физиологии было ознаменовано открытием «животного электричества». Классический «второй опыт» Луиджи Гальвани показал, что живые ткани являются источником электрических потенциалов, способных воздействовать на нервы и мышцы другого организма и вызывать сокращение мышц. С тех пор на протяжении почти целого столетия единственным индикатором потенциалов, генерируемых живыми тканями (*биоэлектрических потенциалов*), был нервно-мышечный препарат лягушки. Он помог открыть потенциалы, генерируемые сердцем при его деятельности (опыт Келликера и Мюллера), а также необходимость непрерывной генерации электрических потенциалов для постоянного сокращения мышц (опыт «вторичного тетануса» Матеучи). Стало ясно, что биоэлектрические потенциалы — это не случайные (побочные) явления в деятельности живых тканей, а сигналы, при помощи которых в организме передаются команды в нервной системе и от нее на мышцы и другие органы и таким образом живые ткани взаимодействуют между собой, используя «электрический язык».

Понять этот «язык» удалось значительно позже, после изобретения физических приборов, улавливающих биоэлектрические потенциалы. Одним из первых таких приборов был простой телефон. Замечательный русский физиолог Н.Е.Введенский при помощи телефона открыл ряд важнейших физиологических свойств нервов и мышц. Используя телефон, удалось прослушать биоэлектрические потенциалы, т.е. исследовать их путем наблюдения. Значительным шагом вперед было изобретение методики объективной графической регистрации биоэлектрических явлений. Нидерландский физиолог Эйнтховен изобрел *струнный гальванометр* — прибор, позволивший зарегистрировать на фотобумаге электрические потенциалы, возникающие при деятельности сердца, — электрокардиограмму (ЭКГ). В нашей стране пионером этого метода был крупнейший физиолог, ученик И.М.Сеченова и И.П.Павлова А.Ф.Самойлов, работавший некоторое время в лаборатории Эйнтховена в Лейдене.

История сохранила любопытные документы. А. Ф. Самойлов в 1928 г. написал шутивное письмо: «Дорогой Эйнтховен, я пишу письмо не Вам, а вашему дорогому и уважаемому струнному гальванометру. Поэтому и обращаюсь к нему: Дорогой гальванометр, я только что узнал о Вашем юбилее. 25 лет тому назад вы начертали первую электрокардиограмму. Поздравляю Вас. Не хочу скрыть от Вас, что Вы мне нравитесь, несмотря на то, что Вы иногда пошаливаете. Удивляюсь тому, как много Вы достигли в течение 25 лет. Если бы мы могли сосчитать число метров и километров фотографической бумаги, употребленной для записи Вашими струнами во всех частях света, то полученные цифры были бы огромными. Вы создали новую промышленность. Имеете также филологические заслуги; мы обязаны Вам рождением новых слов, подобных электрокардиограмме». В конце письма Самойлов добавил: «Дорогой Эйнтховен, прошу Вас прочитать это письмо струнному гальванометру, ибо он умеет писать, но не может читать».

Очень скоро автор получил ответ от Эйнтховена, который писал: «Я точно выполнил Вашу просьбу и прочел письмо гальванометру. Несомненно, он выслушал и принял с удовольствием и радостью все, что Вы написали. Он не подозревал, что сделал так много для человечества. Но на том месте, где Вы говорите, что он не умеет читать, он вдруг расвирипел... так, что я и моя семья даже взволновались. Он кричал: Что, я не умею читать? Это — ужасная ложь. Разве я не читаю все тайны сердца?»¹

Действительно, электрокардиография из физиологических лабораторий очень скоро перешла в клинику как весьма совершенный метод исследования состояния сердца, и многие миллионы больных сегодня обязаны этому методу своей жизнью.

¹ Самойлов А. Ф. Избранные статьи и речи. — М.—Л.: Изд-во АН СССР, 1946, с. 153.

В последующем использование электронных усилителей позволило создать компактные электрокардиографы, а методы телеметрии дают возможность регистрировать ЭКГ у космонавтов на орбите, у спортсменов на трассе и у больных, находящихся в отдаленных местностях, откуда ЭКГ передается по телефонным проводам в крупные кардиологические учреждения для всестороннего анализа.

Объективная графическая регистрация биоэлектрических потенциалов послужила основой важнейшего раздела нашей науки — *электрофизиологии*. Крупным шагом вперед было предложение английского физиолога Эдриана использовать для записи биоэлектрических явлений электронные усилители. Советский ученый В. В. Правдич-Неминский впервые зарегистрировал биотоки головного мозга — получил *электроэнцефалограмму* (ЭЭГ). Этот метод был позже усовершенствован немецким ученым Бергером. В настоящее время электроэнцефалография широко используется в клинике, так же как и графическая запись электрических потенциалов мышц (*электромиография*), нервов и других возбудимых тканей и органов. Это позволило проводить тонкую оценку функционального состояния данных органов и систем. Для самой физиологии указанные методы имели также большое значение: они позволили расшифровать функциональные и структурные механизмы деятельности нервной системы и других органов и тканей, механизмы регуляции физиологических процессов.

Важной вехой в развитии электрофизиологии было изобретение *микроэлектродов*, т.е. тончайших электродов, диаметр кончика которых равен долям микрона. Эти электроды при помощи соответствующих устройств — микроманипуляторов можно вводить непосредственно в клетку и регистрировать биоэлектрические потенциалы внутриклеточно. Микроэлектроды дали возможность расшифровать механизмы генерации биопотенциалов, т.е. процессов, протекающих в мембранах клетки. Мембраны являются важнейшими образованиями, так как через них осуществляются процессы взаимодействия клеток в организме и отдельных элементов клетки между собой. Наука о функциях биологических мембран — *мембранология* — стала важной отраслью физиологии.

Методы электрического раздражения органов и тканей. Существенной вехой в развитии физиологии было введение метода электрического раздражения органов и тканей. Живые органы и ткани способны реагировать на любые воздействия: тепловые, механические, химические и др., электрическое раздражение по своей природе наиболее близко к «естественному языку», с помощью которого живые системы обмениваются информацией. Основоположителем этого метода был немецкий физиолог Дюбуа-Реймон, предложивший свой знаменитый «санный аппарат» (индукционная катушка) для дозированного электрического раздражения живых тканей.

В настоящее время для этого используют *электронные стимуляторы*, позволяющие получить электрические импульсы любой формы, частоты и силы. Электрическая стимуляция стала важным методом исследования функций органов и тканей. Указанный метод широко применяется и в клинике. Разработаны конструкции различных электронных стимуляторов, которые можно вживлять в организм. Электрическая стимуляция сердца стала надежным способом восстановления нормального ритма и функций этого жизненно важного органа и возвратила к труду сотни тысяч людей. Успешно применяется электро-стимуляция скелетных мышц, разрабатываются методы электрической стимуляции участков головного мозга при помощи вживленных электродов. Последние при помощи специальных стереотаксических приборов вводят в строго определенные нервные центры (с точностью до долей миллиметра). Этот метод, перенесенный из физиологии в клинику, позволил излечить тысячи тяжелых неврологически больных и получить большое количество важных данных о механизмах работы человеческого мозга (Н. П. Бехтерева). Мы рассказали об этом не только для того, чтобы дать представление о некоторых методах физиологических исследований, но и чтобы проиллюстрировать значение физиологии для клиники.

Помимо регистрации электрических потенциалов, температуры, давления, механических движений и других физических процессов, а также результатов воздействия этих процессов на организм, в физиологии широко применяются химические методы.

Химические методы в физиологии. Язык электрических сигналов не самый универсальный в организме. Наиболее распространенным является химическое взаимодействие процессов жизнедеятельности (*цепи химических процессов*, происходящих в живых тканях). Поэтому возникла область химии, изучающая эти процессы,— физиологическая химия. Сегодня она превратилась в самостоятельную науку — биологическую химию, данные которой раскрывают молекулярные механизмы физиологических процессов. Физиолог в своих экспериментах широко пользуется химическими методами, равно как и методами, возникшими на стыке химии, физики и биологии. Эти методы породили уже новые отрасли науки, например *биофизику*, изучающую физическую сторону физиологических явлений.

Физиолог широко использует метод меченных атомов. В современных физиологических исследованиях применяются и другие методы, заимствованные из точных наук. Они дают поистине бесценные сведения при анализе тех или иных механизмов физиологических процессов.

Электрическая запись неэлектрических величин. Значительное продвижение вперед в физиологии сегодня связано с использованием радиоэлектронной техники. Применяют *датчики* — преобразователи различных неэлектрических явлений и величин (движение, давление, температура, концентрация различных веществ, ионов и т.д.) в электрические потенциалы, которые затем усиливаются электронными *усилителями* и регистрируются *осциллографами*. Разработано огромное количество разных типов таких регистрирующих устройств, которые позволяют записать на осциллографе очень многие физиологические процессы. В ряде приборов используются дополнительные воздействия на организм (ультразвуковые или электромагнитные волны, высокочастотные электрические колебания и т.д.). В таких случаях записывают изменение величины параметров этих воздействий, изменяющих те или иные физиологические функции. Преимуществом подобных приборов является то, что преобразователь — датчик можно укрепить не на исследуемом органе, а на поверхности тела. Воздействующие на тело волны, колебания и т.д. проникают в организм и после воздействия на исследуемую функцию или орган регистрируются датчиком. На таком принципе построены, например, ультразвуковые *расходомеры*, определяющие скорость кровотока в сосудах, *реографы* и *реоплетизмографы*, регистрирующие изменение величины кровенаполнения различных отделов организма, и многие другие приборы. Преимуществом их является возможность исследования организма в любой момент без предварительных операций. Кроме того, такие исследования не наносят вред организму. Большинство современных методов физиологических исследований в клинике основано на этих принципах. В СССР инициатором использования радиоэлектронной техники для физиологических исследований был академик В. В. Парин.

Значительным преимуществом подобных способов регистрации является то, что физиологический процесс преобразуется датчиком в электрические колебания, а последние могут быть усилены и переданы по проводам или по радио на любое расстояние от исследуемого объекта. Так возникли методы *телеметрии*, при помощи которых можно в наземной лаборатории регистрировать физиологические процессы в организме космонавта, находящегося на орбите, летчика в полете, у спортсмена на трассе, рабочего во время трудовой деятельности и т.д. Сама регистрация ни в коей мере не мешает деятельности обследуемых.

Однако чем глубже анализ процессов, тем в большей мере возникает потребность в синтезе, т.е. создании из отдельных элементов целой картины явлений.

Задача физиологии заключается в том, чтобы наряду с углублением *анализа* непрерывно осуществлять и *синтез*, давать *целостное представление об организме как о системе*.

Законы физиологии позволяют понять реакцию организма (как целостной системы) и всех его подсистем в тех или иных условиях, при тех или иных воздействиях и т.д. Поэтому любой метод воздействия на организм, перед тем как войти в клиническую практику, проходит всестороннюю проверку в физиологических экспериментах.

Метод острого эксперимента. Прогресс науки связан не только с развитием экспериментальной техники и методов исследования. Он в огромной мере зависит и от эволюции мышления физиологов, от развития методологических и методических подходов к изучению физиологических явлений. С начала зарождения и до 80-х годов прошлого столетия физиология оставалась наукой *аналитической*. Она расчленяла организм на отдельные органы и системы и изучала деятельность их изолированно. Основным методическим приемом аналитической физиологии были эксперименты на изолированных органах, или так называемые *острые опыты*. При этом, чтобы получить доступ к какому-либо внутреннему органу или системе, физиолог должен был заниматься вивисекцией (живосечением).

Животное привязывали к станку и производили сложную и болезненную операцию. Это был тяжелый труд, но иного способа проникнуть в глубь организма наука не знала. Дело было не только в моральной стороне проблемы. Жестокие пытки, невыносимые страдания, которым подвергался организм, грубо нарушали нормальный ход физиологических явлений и не позволяли понять сущность процессов, протекающих в естественных условиях, в норме. Существенно не помогло и применение наркоза, а также других методов обезболивания. Фиксация животного, воздействие наркотических веществ, операция, кровопотеря — все это совершенно меняло и нарушало нормальное течение жизнедеятельности. Образовался заколдованный круг. Чтобы исследовать тот или иной процесс или функцию внутреннего органа либо системы, нужно было проникнуть в глубь организма, а сама попытка такого проникновения нарушала течение процессов жизнедеятельности, для изучения которых и предпринимался опыт. Кроме того, исследование изолированных органов не давало представления об их истинной функции в условиях целостного неповрежденного организма.

Метод хронического эксперимента. Величайшей заслугой русской науки в истории физиологии стало то, что один из самых талантливых и ярких ее представителей И. П. Павлов сумел найти выход из этого тупика. И. П. Павлов очень болезненно переживал недостатки аналитической физиологии и острого эксперимента. Он нашел способ, позволяющий заглянуть в глубь организма, не нарушая его целостности. Это был метод *хронического эксперимента*, проводимого на основе «*физиологической хирургии*».

На наркотизированном животном, в условиях стерильности и соблюдения правил хирургической техники предварительно проводилась сложная операция, позволявшая получить доступ к тому или иному внутреннему органу, продельвалось «окошечко» в полый орган, вживлялась фистульная трубка или выводился наружу и подшивался к коже проток железы. Сам опыт начинался много дней спустя, когда рана заживала, животное выздоравливало и по характеру течения физиологических процессов практически ничем не отличалось от нормального здорового. Благодаря наложенной фистуле можно было длительно изучать течение тех или иных физиологических процессов в *естественных условиях поведения*.

ФИЗИОЛОГИЯ ЦЕЛОСТНОГО ОРГАНИЗМА

Общеизвестно, что наука развивается в зависимости от успехов методик.

Павловская методика хронического эксперимента создала принципиально новую науку — физиологию целостного организма, *синтетическую физиологию*, которая смогла выявить влияние внешней среды на физиологические процессы, обнаружить изменения функций различных органов и систем для обеспечения жизни организма в различных условиях.

С появлением современных технических средств исследования процессов жизнедеятельности стало возможным изучать *без предварительных хирургических операций* функции многих внутренних органов не только у животных, но и у человека. «Физиологическая хирургия» как методический прием в ряде разделов физиологии оказалась вытесненной современными методами бескровного эксперимента. Но дело не в том или ином конкретном техническом приеме, а в методологии физиологического мышления. И. П. Павлов

создал новую методологию, и физиология развивалась как синтетическая наука и ей органически стал присущ *системный подход*.

Целостный организм неразрывно связан с окружающей его внешней средой, и поэтому, как писал еще И. М. Сеченов, *в научное определение организма должна входить и среда, влияющая на него*. Физиология целостного организма изучает не только внутренние механизмы саморегуляции физиологических процессов, но и механизмы, обеспечивающие непрерывное взаимодействие и неразрывное единство организма с окружающей средой.

Регуляция процессов жизнедеятельности, равно как и взаимодействия организма с окружающей средой, осуществляется на основе принципов, общих для процессов регулирования в машинах и на автоматизированных производствах. Изучает эти принципы и законы особая область науки — кибернетика.

Физиология и кибернетика

Кибернетика (от греч. *kybernetike* — искусство управления) — наука об управлении автоматизированными процессами. Процессы управления, как известно, осуществляются путем сигналов, несущих определенную *информацию*. В организме такими сигналами являются нервные импульсы, имеющие электрическую природу, а также различные химические вещества.

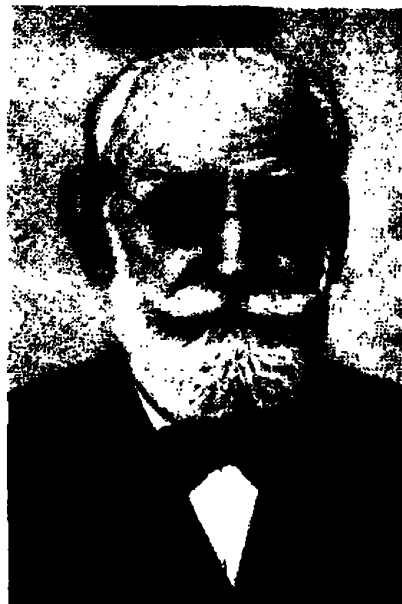
Кибернетика изучает процессы восприятия, кодирования, переработки, хранения и воспроизведения информации. В организме для этих целей существуют специальные приборы и системы (рецепторы, нервные волокна, нервные клетки и т. д.).

Технические кибернетические устройства позволили создать *модели*, воспроизводящие некоторые функции нервной системы. Однако работа мозга в целом такому моделированию еще не поддается, и необходимы дальнейшие исследования.

Союз кибернетики и физиологии возник всего лишь три десятка лет назад, но за это время математический и технический арсенал современной кибернетики обеспечил значительные успехи изучения и моделирования физиологических процессов.

Математика и вычислительная техника в физиологии. Одновременная (синхронная) регистрация физиологических процессов позволяет производить количественный анализ их и изучать взаимодействие между различными явлениями. Для этого необходимы точные математические методы, использование которых также знаменовало новую важную ступень в развитии физиологии. Математизация исследований позволяет использовать в физиологии электронно-вычислительные машины. Это не только увеличивает скорость обработки информации, но и дает возможность производить такую обработку *непосредственно в момент эксперимента*, что позволяет менять его ход и задачи самого исследования в соответствии с получаемыми результатами.

Таким образом, как бы завершился виток спирали в развитии физиологии. На заре возникновения этой науки исследование, анализ и оценка результатов производились экспериментатором одновременно в процессе наблюдения, непосредственно во время самого эксперимента. Графическая регистрация позволила разделить эти процессы во времени и обрабатывать и анализировать результаты после окончания эксперимента. Радиоэлектроника и кибернетика сделали возможным вновь соединить анализ и обработку результатов с проведением самого опыта, но на принципиально иной основе: одновременно исследуется взаимодействие множества различных физиологических процессов и количественно анализируются результаты такого взаимодействия. Это позволило про-



И. П. ПАВЛОВ
(1849-1936)

водить так называемый *управляемый автоматический эксперимент*, в котором вычислительная машина помогает исследователю не просто анализировать результаты, но и менять ход опыта и постановку задач, равно как и типы воздействия на организм, в зависимости от характера реакций организма, возникающих непосредственно в ходе опыта. Физика, математика, кибернетика и другие точные науки перевооружили физиологию и предоставили врачу могучий арсенал современных технических средств для точной оценки функционального состояния организма и для воздействия на организм.

Математическое моделирование в физиологии. Знание физиологических закономерностей и количественных взаимоотношений между различными физиологическими процессами позволило создать их математические модели. С помощью таких моделей воспроизводят эти процессы на электронно-вычислительных машинах, исследуя различные варианты реакций, т.е. возможных будущих их изменений при тех или иных воздействиях на организм (лекарства, физические факторы или экстремальные условия окружающей среды). Уже сейчас союз физиологии и кибернетики оказался полезным при проведении тяжелых хирургических операций и в других чрезвычайных условиях, требующих точной оценки как текущего состояния важнейших физиологических процессов организма, так и предвидения возможных изменений. Такой подход позволяет значительно повысить надежность «человеческого фактора» в трудных и ответственных звеньях современного производства.

Физиология XX в. имеет существенные успехи не только в области раскрытия механизмов процессов жизнедеятельности и управления этими процессами. Она осуществила прорыв в самую сложную и таинственную область — в область психических явлений.

Физиологическая основа психики — высшая нервная деятельность человека и животных стала одним из важных объектов физиологического исследования.

ОБЪЕКТИВНОЕ ИЗУЧЕНИЕ ВЫСШЕЙ НЕРВНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

На протяжении тысячелетий было принято считать, что поведение человека определяется влиянием некой нематериальной сущности («души»), познать которую физиолог не в силах.

И. М. Сеченов был первым из физиологов мира, который рискнул представить поведение на основе принципа рефлекса, т.е. на основе известных в физиологии механизмов нервной деятельности. В своей знаменитой книге «Рефлексы головного мозга» он показал, что сколь бы сложными ни казались нам внешние проявления психической деятельности человека, они рано или поздно сводятся лишь к одному — мышечному движению. «Улыбается ли ребенок при виде новой игрушки, смеется ли Гарибальди, когда его гонят за излишнюю любовь к родине, выдумывает ли Ньютон мировые законы и пишет их на бумаге, дрожит ли девушка при мысли о первом свидании, всегда конечным итогом мысли является одно — мышечное движение», — писал И. М. Сеченов.

Разбирая становление мышления ребенка, И. М. Сеченов шаг за шагом показал, что это мышление формируется в результате воздействий внешней среды, сочетающихся между собой в различных комбинациях, вызывающих образование разных ассоциаций. Наше мышление (духовная жизнь) закономерно формируется под влиянием окружающих условий и мозг представляет собой орган, накапливающий и отражающий эти влияния. Какими бы сложными ни казались нам проявления нашей психической жизни, наш внутренний психологический склад — закономерный итог условий воспитания, воздействий окружающей среды. На 999/1000 психическое содержание человека зависит от условий воспитания, влияний среды в широком смысле слова, — писал И. М. Сеченов, — и лишь, на 1/1000 оно определяется врожденными факторами. Таким образом, на самую сложную область жизненных явлений, на процессы духовной жизни человека был впервые распространен *принцип детерминизма* — основной принцип материалистического мировоззрения. И. М. Сеченов писал, что когда-нибудь физиолог научится анализировать внешние проявления мозговой деятельности так же точно, как физик умеет анали-