

Глава 3

ФИЗИОЛОГИЯ ТРУДА

Труд как особая форма взаимодействия человека с окружающей природой является исключительным достоянием человека. Под влиянием труда происходят формирование и совершенствование способностей работающего человека, создающего материальные и культурные ценности. Труд в полной мере стал основным определяющим фактором жизнедеятельности большинства трудоспособного населения. Будучи многосторонним явлением, труд с социально-экономической точки зрения выступает как создатель и мера материальных ценностей, с исторической — как процесс, лежащий в основе прогресса и развития производительных сил, с естественно-научной, т.е. с медико-биологической стороны, труд есть важная форма взаимодействия человека с окружающей средой и целесообразной коллективной деятельностью.

Физиология труда — специальный раздел гигиены труда (физиологии), изучающий изменения функционального состояния организма человека под влиянием трудовой деятельности с целью разработки и обоснования профилактических мероприятий по оптимизации трудового процесса, способствующих поддержанию высокой работоспособности и сохранения здоровья человека.

Физиология труда, как говорил один из основоположников данного научного направления М.И. Виноградов (1969), «является дисциплиной в такой же степени теоретической, как и практической». В контексте этого высказывания исследования в области физиологии труда развиваются по двум направлениям. Во-первых, это изучение общих физиологических закономерностей в процессе трудовой деятельности; во-вторых, изучение конкретных видов труда с целью рационализации (научной организации) трудового процесса. Физиология труда при решении прикладных вопросов использует данные тех областей знаний, которые определяют общую организацию производства. Это связано с тем, что любое мероприятие физиологического характера может стать фактором повышения работоспособности человека и улучшения его функционального состояния только при правильном применении тех-

нологических, технических, организационных и других средств производства. При этом должна учитываться и экономическая значимость результатов внедрения физиологических мероприятий в производственный процесс.

Задачи физиологии труда охватывают широкий круг вопросов, включающий:

- изучение физиологических закономерностей различных видов труда;
- исследование физиологических механизмов динамики работоспособности (утомления) человека в производственных условиях;
- оценку тяжести и напряженности трудового процесса;
- разработку физиологических основ научной организации труда, а именно, оптимизация рабочих движений, рабочей позы, организации рабочего места, ритма труда, режима труда и внутрисменного отдыха;
- конструирование оборудования, транспортных средств и прочего с учетом психофизиологических и антропометрических параметров человека и др.

Решение этих вопросов составляет основу двух главных научно-практических направлений физиологии труда:

- изучение и дифференциальная диагностика функциональных состояний человека в процессе труда;
- гигиеническое нормирование факторов трудового процесса (тяжести и напряженности труда).

Каждое из этих научных направлений имеет свои конкретные и частные задачи.

Развитие теоретических и практических основ дифференциальной диагностики различных функциональных состояний (ФС) организма человека базируется на теории о функциональных системах (П.К. Анохин). Такой подход позволяет подойти к выявлению сущности физиологических закономерностей и механизмов формирования различных функциональных состояний организма человека в процессе его профессиональной деятельности. Так, разработка физиологических норм напряжения организма, перенапряжения и переутомления при различных видах трудовой деятельности требует, во-первых, выявления физиологических оценочных показателей, а во-вторых, ранжирования их по степени выраженности с последующим физиолого-клиническим обоснованием информативных интегральных показателей. На современном этапе разработка методов количественного анализа в

определении функционального состояния организма человека является необходимым условием системно-количественной физиологии целостного организма. Это дает возможность осуществлять диагностику и прогнозирование состояний, проводить мероприятия по охране и восстановлению здоровья человека.

Весьма важным является изучение механизмов компенсаторно-восстановительных процессов. Выход их за минимальную или максимальную границу порождает нейроконфликт с последующим проявлением вегетативных и гуморальных реакций. Соответственно, возникают сложные вопросы: какие морфофункциональные структуры и механизмы принимают участие в восстановительном процессе; каковы параметры оптимального их функционирования; когда и что служит причиной поломки этих процессов; носят ли они неспецифический характер или существенно зависят от вида той или иной профессиональной деятельности?

Напрямую с восстановительными процессами связано решение другого вопроса — резервные возможности организма при выполнении трудовой деятельности. Уровень физиологических резервов, сохранение гомеостаза являются определяющими факторами здоровья. Их оценка основывается на изучении резервов регуляции, поскольку установлено целенаправленное перераспределение уровней активности между физиологическими функциями в зависимости от сложившейся ситуации или характера деятельности. Это определяет задачу *физиологического нормирования*, включающего необходимость выявления различных уровней активности физиологических функций, наличие резервов регуляции, их характеристики, тактики использования и т.д.

Разработка автоматизированных систем мониторинга предсменного (предрабочего) контроля и систем постоянного внутрисменного текущего контроля уровня работоспособности и/или функционального состояния организма каждого работника, независимо от вида его деятельности, представляет конкретную цель для физиологов труда. Создание таких систем с обратной связью позволяет своевременно устанавливать неблагоприятные физиологические изменения, проводить профилактические меры и тем самым предупреждать не только нарушения состояния здоровья, но и возможность возникновения аварийных ситуаций и травматизма.

Актуальным в физиологии труда является также направление, связанное с возможностью коррекции функционального организма человека различными традиционными и нетрадиционными методами.

Отсутствие научно обоснованных рекомендаций по их организации, оснащению и функционированию может привести к значительному снижению или отсутствию положительного эффекта. Апробация и последующее внедрение различных средств коррекции функционального состояния должны проводиться с учетом вида, специфики трудовой деятельности, индивидуальных особенностей и состояния здоровья.

Дифференциальная диагностика различных функциональных состояний тесным образом связана с проблемой *производственного стресса*. В свете общих положений о стрессе состояние перенапряжения можно рассматривать как начальную функциональную стадию дистресса в результате трудовой деятельности. Для решения вопроса об удельном значении отдельных нейрофизиологических и нейрогормональных механизмов, последовательности их вовлечения в стрессовую реакцию необходимо определить категорию стресса (физиогенный, психогенный), его характер (острый, хронический), стадийность развития стрессовых реакций и, наконец, исходное состояние, личностные и типологические особенности высшей нервной деятельности. Это позволяет определить индивидуальную устойчивость как к острому, так и к хроническому производственному стрессу с целью разработки критериев ее прогнозирования и соответствующих мер профилактики.

Профессиональный отбор — следующая важная научная задача в области физиологии труда. В неблагоприятных социальных условиях в большей мере проявляется обострение несоответствия между биологическими возможностями организма человека и производственными требованиями, предъявляемыми работнику, что создает предпосылки к возникновению различных аварийных ситуаций и, самое главное, к нарушению его здоровья. В этой связи особенно актуально создание единого методологического подхода в организации системы тестирования и оценки профессиональной пригодности. Близкой к этому направлению является профессиональная ориентация подростков и молодежи, которая также важна как для физиологов труда, так и для гигиенистов.

Второе главное направление научных разработок в области физиологии труда касается гигиенического нормирования факторов трудового процесса при разных видах деятельности. Разработка радикальных мер профилактики перенапряжения и переутомления базируется на научно обоснованных допустимых уровнях соответствующих нагрузок, четких количественных величинах их параметров. При этом учитывается не только интенсивность самой нагрузки, но и длительность ее воздействия. Физиолого-эргономическое нормирование факторов тру-

догового процесса позволяет в перспективе выйти на обеспечение системы социально-гигиенического мониторинга по показателям тяжести и напряженности труда.

Разработанные в настоящее время регламенты физических, зрительно-напряженных и умственных нагрузок представляют собой средние групповые параметры, которые рассчитаны на «среднего» человека. В связи с этим одной из проблем физиологии труда является разработка поправок с учетом возрастных особенностей, уровня общей физической работоспособности, личностных и типологических качеств работника и состояния его здоровья, что позволяет осуществлять оптимизацию труда (по факторам тяжести и напряженности) для различных контингентов работающих, а в перспективе — для каждого работника индивидуально.

В свете гигиенического нормирования важным научно-практическим направлением в области физиологии труда являются многосменный характер работы и экспедиционно-вахтовая организация труда с различной их продолжительностью и чередованием. Такая организация труда рассматривается в настоящее время как хронический производственный стресс.

Научно-технический прогресс приводит к созданию совершенно новых видов ручных инструментов, машин, агрегатов, пультов управления, технологических линий и т.д. В связи с этим перед физиологией труда стоит задача проведения физиолого-эргономической оценки нового оборудования на стадии проектирования и создание новых рабочих инструментов и конструкций органов управления, которые должны быть ориентированы на функциональное единство техники и человека с учетом его психофизиологических и антропометрических параметров.

Важный аспект исследований в физиологии труда — разработка теоретических и концептуальных моделей профилактических комплексов, с учетом специфики и особенностей трудовой деятельности работников. Они включают медико-биологические и организационно-технические аспекты, лечебно-диагностические мероприятия и общеобразовательные меры.

3.1. РАБОТОСПОСОБНОСТЬ

Под работоспособностью понимается функциональная способность человека выполнять максимально возможное количество работы на протяжении заданного времени и при интенсивном напряжении орга-

низма. Работоспособность человека зависит от уровня его тренированности, степени закреплённости рабочих навыков и опыта работающего, его физического, физиологического и психологического состояния, здоровья и других факторов. На протяжении рабочей смены, недели, месяца и т.д. работоспособность меняется в широких пределах. Это связано с влиянием как внешних, так и внутренних факторов. Среди внешних факторов ведущее значение имеют условия окружающей среды, интенсивность факторов трудовой деятельности, степень рациональной организации производственного процесса.

Из внутренних факторов выделяют такие, как мотивация и эмоциональная сторона труда, уровень функциональной активности в момент работы, величина физической подготовленности человека и психофизиологической адаптации к труду, особенности его личности и др.

Работоспособность оценивается различными показателями, в частности результатом самого труда по производительности, эффективности, скорости работы, экспертной оценке профессиональной деятельности, а также по показателям, отражающим функциональное состояние человека. Работоспособность в процессе трудовой деятельности имеет несколько фаз или сменяющих друг друга состояний человека (рис. 3.1).

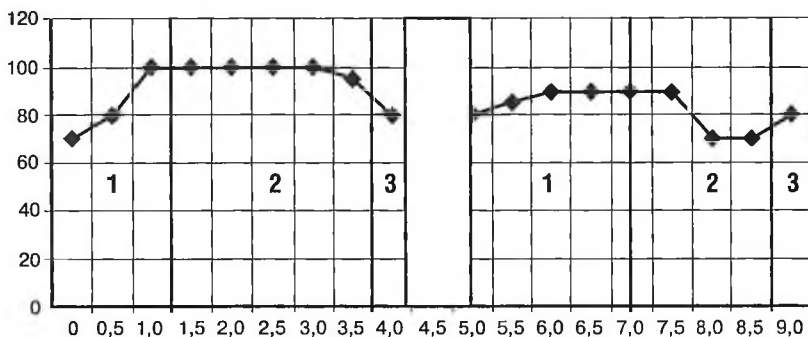


Рис. 3.1. Динамика работоспособности: 1 — фаза вработываемости; 2 — фаза устойчивой работоспособности; 3 — фаза снижения работоспособности. Условные обозначения: по оси ординат — работоспособность в условных единицах; по оси абсцисс — часы работы

Фаза вработываемости, или нарастающий период работоспособности. Эта фаза отражает свойство отдельных функциональных систем и организма в целом повышать уровни функционирования в начале работы в соответствии с ее характером и интенсивностью. Для нее ха-

характерно наличие периода мобилизации функциональных систем, от деятельности которых зависит успешность выполнения трудового задания: повышается уровень обменных процессов, увеличивается мышечный тонус, усиливается деятельность сердечно-сосудистой системы, повышается активность ЦНС, происходит усиление внимания, начинают доминировать мотивы трудовой деятельности. У опытных и тренированных лиц этот период обычно очень короткий или отсутствует.

Таким образом, в фазу вработываемости уровень работоспособности постепенно нарастает по сравнению с исходным уровнем в начале работы. Характеризуется этот процесс повышением психофизиологических показателей и результатов самого труда. Продолжительность этой фазы зависит от интенсивности факторов трудового процесса и индивидуальных особенностей работника. Длится она от нескольких минут до 1,0–1,5 ч, а при умственном, творческом труде — до 2–2,5 ч.

Следующий период — *фаза высокой устойчивости работоспособности*, определяется стабильной устойчивой деятельностью при оптимальном адекватном энергетическом обеспечении. Рабочие реакции точны и соответствуют требуемому ритму, наблюдается устойчивая мобилизация внимания, памяти, процессы восприятия и переработки информации находятся в точном соответствии с требуемым алгоритмом действий. Производительность труда и его эффективность максимальны. Продолжительность данной фазы может колебаться от 2,0–2,5 ч и более в зависимости от условий работы, степени тяжести и напряженности труда.

Период высокой устойчивой работоспособности сменяет *фаза снижения работоспособности*, которая свидетельствует о развитии утомления в регулирующих звеньях ЦНС, увеличении времени протекания рефлексов, ухудшении энергетики организма и т.д. Несколько ослабевают концентрация и скорость переключения внимания, а состояние высших психических функций практически мало меняется. Производительность труда и его эффективность могут сохраняться на высоком уровне, но могут и снизиться, проявляясь ошибочными реакциями, лишними движениями, замедлением производственных операций и скорости решения задач.

Фазная динамика изменения работоспособности характерна как для первой половины рабочего дня (т.е. до обеда), так и для второй — после обеденного перерыва до конца смены (см. рис. 3.1). Во второй половине рабочего дня фаза вработываемости короче по времени, фаза устойчивой работоспособности несколько ниже по уровню и менее

длительная, а фаза снижения работоспособности наступает раньше, развивается быстрее и более выражено его снижение по сравнению с первой половиной смены. Иногда в конце смены, за 20–30 мин до ее окончания, отмечается кратковременное повышение работоспособности, названное *конечным порывом*.

Представленная схема динамики работоспособности весьма типична, но возможны отклонения от нее, что связано с характером выполняемой работы, условий обитаемости, рабочей позы, с эргономическими особенностями рабочего места, режимом труда и отдыха и т.д. В этой связи главной задачей физиологов труда является оптимизация трудового процесса, направленного на сохранение и продление фазы устойчивой работоспособности и предупреждения развития утомления.

3.2. УТОМЛЕНИЕ

Утомление — особый вид функционального состояния человека, временно возникающий под влиянием работы и приводящий к снижению работоспособности.

До настоящего времени нет еще полного ответа на вопрос о сущности и физиологических механизмах развития утомления. Были выделены различные варианты гуморально-локалистической концепции, сущность которой сводится к следующим моментам. Во-первых, причиной утомления являются образующиеся в процессе работы продукты обмена, прежде всего молочная кислота. Во-вторых, точкой их приложения служат сами мышцы или мионевральные соединения. Эта концепция не принимала во внимание влияние координирующей роли ЦНС. В противоположность таким представлениям возникла центрально-нервная теория развития утомления на основе работ И.М. Сеченова, И.П. Павлова, Н.Е. Введенского, А.А. Ухтомского, И.Р. Тарханова, М.И. Виноградова, В.А. Левицкого, К.Х. Кекчеева, В.В. Розенבלата и др. Ведущее место заняло направление, развитое школой Введенского—Ухтомского, подчеркивающая роль центрального торможения и дискоординации рабочих процессов. Разрабатывая эти направления, М.И. Виноградов выделил два типа утомления:

- а) быстро наступающее утомление, обусловленное развитием центрального торможения;
- б) медленно развивающееся утомление, в основе которого лежит общее затягивание физиологического интервала на ряде уровней двигательного аппарата.

В.А. Левицкий указывает, что утомление — это следствие «коллизий» между «сознательно-волевой» и «автономно-вегетативной» сферой. Как результат диффузного вегетативного рефлекса на нервные центры рассматривал возникновение утомления К.Х. Кекчеев. В свете общей теории о функциональных системах П.К. Анохина механизм утомления при мышечной работе был сформулирован Ю.В. Мойкиным следующим образом. При утомительной работе первоначальные функциональные изменения возникают в периферическом звене нервно-мышечного аппарата в виде снижения сократительной способности мышц.

Затем, пройдя стадию компенсационной активации всех центральных структур нервно-мышечного аппарата, процесс довершается снижением интенсивности мышечной деятельности или прекращением ее в результате принятия решения высшим нервным звеном — акцептором результатов действий.

Концепция центрально-корковой теории развития утомления не исключает возможности влияния местных процессов, происходящих в мышцах (возбудимости, тонуса, упруговязких свойств), с состоянием их кровоснабжения и трофических процессов (недостаток кислорода, истощение питательных веществ, накопление метаболитов и др.).

Кроме этого трудовая деятельность сопровождается интенсивной работой сердечно-сосудистой, дыхательной и других нейрогуморальных и вегетативных систем, что может усугублять глубину сдвигов во внутренней среде организма. В итоге утомление проявляется в уменьшении силы и выносливости мышц, ухудшении координации движений, в возрастании затрат энергии при выполнении одной и той же работы, в замедлении скорости переработки информации, ухудшении памяти, затруднении процесса сосредоточения и переключения внимания и пр. Таким образом, утомление представляет собой целостный процесс, происходящий в организме.

По своей биологической сущности утомление является нормальной физиологической реакцией, выполняющей определенную защитную роль в организме, поскольку предохраняет его отдельные физиологические системы и органы от перегрузок и возможного развития повреждений. Определенный уровень развития утомления в конце рабочей деятельности даже считается необходимым условием в процессе овладения трудовыми навыками начинающими работниками и для поддержания достигнутого уровня тренированности к выполнению трудовых нагрузок у работников, адаптированных к этой работе.

В реальной трудовой деятельности утомление может проявляться как в возникновении его *субъективных признаков* — жалобы на усталость, так и *объективных*:

- в снижении интенсивности (производительности, эффективности) труда работника при сохранении величины оптимального уровня рабочего напряжения его физиологических функций;
- увеличении степени рабочего напряжения физиологических функций при неизменных показателях количества и качества труда;
- некотором снижении количества или качества труда с одновременным увеличением степени рабочего напряжения физиологических функций.

В двух последних ситуациях утомление к концу работы будет более глубоким, и для восстановления функционального состояния наиболее напряженных в процессе работы физиологических функций и систем потребуются отдых весьма существенной продолжительности или повышенной эффективности.

В случае если отдых оказывается недостаточным для полного восстановления работоспособности к началу следующего трудового периода, то рабочее напряжение физиологических функций значительно возрастает и глубина развившегося утомления больше, чем в предыдущий период. При продолжении работы в подобных условиях кумуляция утомления может привести к появлению признаков хронического утомления, не ликвидируемого за обычный период отдыха (ежедневный и еженедельный). Дальнейшее выполнение работы сопровождается перенапряжением физиологических функций и организма работника.

Перенапряжение следует рассматривать как неблагоприятное функциональное состояние между нормой и патологией, обусловленное воздействием чрезмерно сильных раздражителей или хроническим воздействием стимулов, формируемое при недостаточном отдыхе и проявляемое застойным процессом возбуждения физиологических функций с расширением внутрисистемных процессов синхронизации и межсистемных интерактивных взаимосвязей. Исход этого состояния в различных условиях своего развития неравнозначен: возврат к нормальному состоянию здоровья или переход с развитием нового качества — болезни.

Дальнейшее продолжение деятельности без отдыха и активных мер профилактики приводит к тому, что восстановительные процессы запускают имеющиеся физиологические резервы. Исчерпав последние,

в условиях продолжающихся нагрузок происходит развитие состояния *переутомления*, которое сопровождается резким падением производительности и эффективности труда, а чаще — отказом от дальнейшей работы. Сущность состояния переутомления заключается в проявлении различных патологических синдромокомплексов, что сопровождается существенным нарушением ряда функций, резким снижением эффективности, качества деятельности и нормализующееся только в результате лечения и реабилитации.

В зависимости от вида трудовых нагрузок они могут быть различны в своем проявлении. Так, физические перегрузки приводят к развитию ряда форм профессиональной патологии опорно-двигательного аппарата и периферической нервно-мышечной системы (миозиты, нейромиофасциты, тендовагиниты и пр.). Не исключается, что интенсивные и продолжительные мышечные нагрузки влияют на развитие такой распространенной патологии дегенеративного характера, как деформирующий остеоартроз и остеохондроз. При интенсивном умственном труде, связанном с нервно-эмоциональными перегрузками, это может проявиться некоторыми формами общесоматической патологии: невротическими расстройствами, вегетососудистой дистонией, гипертонической болезнью, ишемической болезнью сердца и др. Особое значение при этом приобретают индивидуальная чувствительность и диагностика ранних доклинических признаков заболевания.

3.3. ОБЩИЕ ЗАКОНОМЕРНОСТИ ЦЕНТРАЛЬНОЙ РЕГУЛЯЦИИ ТРУДОВОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

Классическая физиология основывается на общих показателях оценки функционального состояния организма: возбудимости, лабильности, реактивности, внешнего и внутреннего торможения. Исходя из этого можно отметить, что мобилизация организма на предстоящую работу сопровождается усилением активности нервных центров за счет возрастания процессов возбуждения, лабильности и реактивности, что характерно для различных стадий рабочего напряжения. В дальнейшем возбуждение принимает застойный характер и держится на повышенном уровне, что и отражает состояние перенапряжения. В то же время ослабление процессов возбуждения, снижения лабильности и развитие торможения в корковых и подкорковых центрах характеризуют состояние утомления. Дальнейшее углубление этого процесса приводит к

развитию застойного (охранительного) торможения, что присуще переутомлению.

Такова хронологическая последовательность физиологических механизмов при длительном воздействии интенсивных раздражителей или факторов трудового процесса. Естественно, вычленение перенапряжения в качестве синдрома переутомления необходимо не только для упорядочения двух различных функциональных состояний организма, но и для разработки критериев оценки этих состояний, определения факторов риска и конкретных профилактических мероприятий. Решение этих сложных вопросов следует проводить на основе современных представлений о центральной регуляции трудовой деятельности (работоспособности), которая существенно расширилась благодаря теории о функциональных системах П.К. Анохина. Они представляют динамические, саморегулирующиеся организации, основные компоненты которых, взаимодействуя между собой, содействуют в достижении полезного для системы и организма конечного результата. Согласно теории П.К. Анохина, любой целенаправленный двигательный акт осуществляется посредством функциональной системы, как замкнутого циклического образования с наличием обратной информации о конечном результате действия. Любая функциональная система включает следующие общие универсальные для различных систем узловые механизмы:

- полезный приспособительный результат, как ведущее звено функциональной системы;
- рецепторы результата;
- обратную афферентацию, идущую от рецепторов результата в центральные образования функциональной системы;
- центральную архитектуру, представляющую избирательное объединение функциональной системой нервных элементов различных уровней;
- исполнительные соматические, вегетативные и эндокринные компоненты, включающие организованное целенаправленное поведение.

Выделено несколько разновидностей функциональных систем, одна из которых рассматривается как функциональная система с активным поведенческим звеном саморегуляции. Этот вид системы в качестве внешнего звена предусматривает активные поведенческие реакции и акты, направленные на удовлетворение потребности человека, что характерно для трудовой деятельности. Важнейшими элементами этой

системы являются: афферентный синтез, принятие решения, построение программы действия, акцептор результата действия, результат действия и обратная афферентация.

Таким образом, трудовая деятельность человека осуществляется, прежде всего, за счет формирования динамических мозговых систем, определяющих совокупность психических процессов, разнообразные двигательные акты, усиленную работу систем жизнеобеспечения организма и обеспечивающих оптимальную их координацию в достижении конечной цели.

3.4. ОСНОВНЫЕ ФОРМЫ ТРУДА И ИХ ОСОБЕННОСТИ

Исторически сложилось, что все виды труда условно делят на *физический* и *умственный*. Первый характеризуется преобладанием мышечной активности, а второй — умственной и творческой деятельностью. Однако с развитием разных уровней механизации и автоматизации производств отмечаются различный характер и степень выраженности производственных нагрузок, что обуславливает многообразие форм труда. В зависимости от наличия и выраженности основных факторов трудового процесса и физиологических требований, предъявляемых к тем или иным системам и организму в целом, различают следующие основные формы трудовой деятельности.

Формы труда, требующие значительной мышечной активности. К таким формам можно отнести профессии тяжелого и средней тяжести мышечного труда (землекопы, грузчики, каменщики, докеры-механизаторы и т.д.). Значительные мышечные нагрузки отмечаются в ряде других профессий, в которых частично отсутствует механизация производственного процесса, например, в горнорудном и угольном производстве, по обслуживанию и ремонту транспортных средств и т.д. Эти формы труда носят название «*общей физической работы*», так как при них в трудовую деятельность вовлекается более 2/3 всей мышечной массы человека.

Интенсивный физический труд характеризуется нагрузками в основном на мышечную, кардиореспираторную системы, стимулируя обменно-энергетические процессы в организме человека. Такие виды работ требуют повышенных энерготрат 4000–6000 ккал (16 720–25 800 кДж) и выше в сутки.

В социальном плане непривлекательный и малоэффективный своей производительностью физический труд требует высокого неоптималь-

ного напряжения физических сил человека. Рабочий стереотип, многократно повторяющийся, включает лишь определенные и одни и те же мышечные ансамбли. На отдых при оптимальном режиме труда должно отводиться не менее 50% рабочего времени.

Механизированные формы труда. К ним относятся профессии, которые встречаются практически на многих производствах. Отличительными чертами служат снижение уровня мышечных нагрузок, изменение мышечного компонента в работе и усложнение программы действий.

В условиях механизированного производства преобладают *региональные* (от 1/3 до 2/3 всей мышечной массы) и *локальные* (менее 1/3 всей мышечной массы), мышечные нагрузки, которые могут носить как динамический, так и статический характер.

Энерготраты при такой работе колеблются в пределах 3000–4000 ккал/сут (12 540–16 720 кДж/сут). Таким образом, уменьшается роль крупных мышц, и увеличивается доля участия в работе более мелких мышечных групп, возрастает значимость скорости и точности движений, требуется накопление специальных знаний и навыков, необходимых для управления различными инструментами, механизмами, станками и т.д. Такими примерами механизированного труда являются токарные, слесарные, рихтовочные и другие работы. Необходимо учитывать виды организации производства, поскольку переход от индивидуального к мелкосерийному и особенно к крупносерийному производству приводит к возрастанию роли фактора монотонности. Так, в крупносерийном производстве в процессе трудовой деятельности двигательная функция выступает на первое место и, как правило, упрощается. В то же время фактор монотонности становится преобладающим в работе, а программирующая деятельность сводится к минимуму.

Групповые формы труда (конвейеры). Типичным видом групповых форм труда является работа на поточно-конвейерных линиях, для которых характерно перемещение изделия (детали) по ходу его обработки от одного работника к другому. Особенности таких форм труда заключаются в дроблении процесса на различные операции, строгой последовательности их выполнения, автоматической подачи изделия (детали) к каждому рабочему месту с помощью движущейся конвейерной ленты или линии. В одних случаях такие работы могут быть относительно легкими по физическим усилиям и носить локальный характер (например, сборка часов, микросхем, радиоаппаратуры и т.д.). В других вариантах

наблюдаются значительные мышечные нагрузки регионального характера (сборка на конвейере автомашин).

Основой высокой производительности труда на любом конвейере являются доведенные до автоматизма двигательные навыки работников, что обеспечивает минимум затрат времени для выполнения соответствующих операций. Поточно-конвейерные формы труда требуют синхронизированной работы ее участников, так как они обусловлены навязанным темпом и ритмом движения конвейера.

Рабочий ритм — это закономерное чередование во времени элементов работы и пауз между ними (микропаузы).

Под рабочим темпом следует понимать число повторяющихся законченных циклов рабочих движений (операций) в единицу времени. Высокий рабочий темп приводит к меньшим интервалам времени, которые затрачивают работники на простые законченные операции. Как следствие, упрощается содержание самой работы и возрастает монотонность труда. Закономерное чередование во времени отдельных элементов работы и пауз между ними определяется динамикой или фазами работоспособности человека. Сменяющиеся фазы работоспособности — вработываемость, устойчивый уровень, утомление, конечный порыв — требуют переменного ритма работы. Нередко труд на конвейере сопровождается напряжением зрительного анализатора, поскольку необходимо выполнять в единицу времени множество стереотипных и однообразных мелких движений. Относительно несложный характер выполняемых операций обеспечивается длительным пребыванием в определенной позе (сидя — при сборке мелких деталей и изделий; стоя — при сборке автомашин), что вызывает соответствующее напряжение различных групп мышц.

Формы труда, связанные с полуавтоматическим и автоматическим производством. Создание полуавтоматических участков, цехов и производств выключают человека из процесса обработки самого предмета труда (деталей, изделий, плато и т.д.). Основная задача работника заключается в простых и несложных операциях (подать материал или деталь для обработки, пустить в ход механизм или станок, извлечь обратно готовую деталь или изделие). Такие виды работ сопровождаются мышечными нагрузками в основном локального характера (это участие преимущественно мышц предплечья, кисти или стопы), а иногда и регионального (участвуют мышцы плечевого пояса или ног). Возрастают нагрузки на зрительный анализатор, поскольку необходим постоянный контроль за совершаемыми операционными действиями, обеспечива-

ющие высокую скорость и точность выполняемых движений. Кроме того, с уменьшением размеров изготавливаемых деталей также возрастает напряжение зрительного анализатора. Главная черта такой производственной деятельности — монотонный, однообразный труд. Бессодержательная и малоинформативная работа с ограниченным и односторонним использованием двигательного аппарата на фоне повышенного ритма и темпа работы сопровождается утратой творческого начала и приводит к прогрессивному снижению активности различных структур центральной нервной системы. Примерами таких работ могут служить профессии штамповщиков, шлифовщиков, швей-мотористов и других по изготовлению одних и тех же деталей и изделий.

Формы труда, связанные с автоматическим производством, существенно меняют роль человека в трудовом процессе. Он перестает быть дополнительным механизмом, а переходит к управлению им. Основная задача работника сводится к обеспечению бесперебойной работы автоматов, станков, механизмов. В зависимости от характера и специфики работы можно выделить несколько обобщающих категорий профессиональных групп. В одних случаях это наладчики, осуществляющие установку, наладку и ремонт соответствующего оборудования. В данном случае требуется детальное знание сложного устройства агрегатов, станков или автоматов, что приближает работника к инженерно-техническому персоналу. В других профессиях осуществляется непосредственная эксплуатация несколько работающих станков или автоматов. Вмешательство человека в их работу многообразно как по содержанию, так и по времени. Одни механизмы требуют частого вмешательства и относительно простых действий со стороны человека. Примером может служить ткацкое производство. Работа других механизмов требует длительного непрерывного наблюдения, а устранение различных неполадок обеспечивается сложной программой действий работника. К таким профессиям можно отнести труд станочников, наблюдающих за ходом работы станков и агрегатов с числовым программным управлением, робототехнических участков и линий. Такое управление современными автоматами требует участия высших кортикальных центров по переработке информации, ведущей к построению логических связей.

Во всех случаях основными чертами такой деятельности являются готовность к действию и связанная с ней быстрота реакции по устранению возникающих неполадок. Такое функциональное состояние, по А.А. Ухтомскому, обозначается термином «оперативный покой» — это физиологическое состояние готовности к деятельности, способное за

короткий отрезок времени перейти в различную форму физиологической активности для выполнения конкретной деятельности. Уровень его зависит от степени ответственности и срочности предстоящей работы. Соответственно, чем меньше выражены эти факторы, тем выше уровень оперативного покоя. В этих условиях существенно возрастает роль такого фактора, как монотонность ожидания.

Формы труда, связанные с дистанционным управлением производственными процессами и механизмами. Автоматизация производства — этап развития производства, которое характеризуется частичным или полным управлением производственными процессами человеком (оператором) с помощью различных устройств и систем. Наиболее полно это проявляется при дистанционном управлении. За человеком остаются функции: слежения, контроля и регулирования. В этих условиях существенно возрастает роль умственной деятельности, связанной с интенсивностью и продолжительностью интеллектуальных, сенсорных и эмоциональных нагрузок. Существенно увеличивается объем поступающей информации. В целом ряде случаев возникают временная неопределенность поступающей информации и ее дефицит на фоне высокой ответственности за сохранение оборудования (техники) и за правильное ведение производственного процесса, особенно в сложных и аварийных ситуациях. Это создает предпосылки для нервно-психического и эмоционального перенапряжения. В качестве примера наиболее элементарной формы дистанционного управления может служить профессия крановщика и в какой-то степени водителей наземного транспорта, трактористов, комбайнеров. Для данных работников характерны также нагрузки на зрительный и слуховой анализаторы, вызывающие моторные реакции по манипулированию рычагами управления и кнопками. При этом на пульте управления отсутствует сенсорное поле со специально закодированными сигналами.

Наиболее совершенная и современная форма дистанционного управления основана на создании пультов, оснащенных сенсорным полем информации. В этих случаях предмет труда полностью исчезает из поля зрения человека (оператора), а заменяется закодированными сигналами. Работнику необходимо воспринимать информацию, осуществлять ее раскодирование, принимать решения и выполнять последующие операционные действия. Причем в зависимости от особенностей производственного процесса и его сложности проявляются различные обязанности человека (оператора). В наиболее простых случаях осуществляется просто запись отклонений тех или иных пара-

метров (например, температуры, давления, напряжения и т.д.), в других — элементарные действия со стороны работника по управлению процессом через систему кнопок, рычагов. Примерами могут служить различные профессии операторов химических производств, энергопредприятий и т.д. Такой труд часто носит монотонный характер и требует постоянной концентрации внимания на фоне малого объема информации, незначительных мышечных усилий, длительного поддержания малоподвижных и вынужденных рабочих поз сидя. Особенно быстро развивается утомление при монотонной работе у пультов управления с редко поступающей однообразной информацией.

Наиболее сложные функции операторско-диспетчерской деятельности связаны с поступающими сигналами, которые требуют анализа результатов и выбора действий из ряда возможных, заложенных в общую программу управления производственным процессом. Такая деятельность характерна для диспетчеров на различных производствах, на железнодорожном и авиационном транспорте. Труд таких работников приобретает творческий характер, в связи с решением сложных задач управления современной технологией, но в то же время обедняет трудовую деятельность двигательным компонентом. Появляется проблема гиподинамии. Недостаточная мышечная деятельность усугубляет напряжение нервной и эмоциональной сферы. Дефицит движения, особенно в сочетании с эмоциональными стрессами, может привести к нервно-психическим расстройствам у операторов и тем самым создать предпосылки к ошибкам в их деятельности, в результате которых может возникнуть даже аварийная ситуация. Наблюдается определенное противоречие между интенсивным преобразованием производственного процесса и биологическими возможностями организма человека. Низкая квалификация и несоответствия психофизиологических особенностей человека профессиональным требованиям приводят к большему количеству ошибок. В этой связи вполне оправданно проведение профессионального отбора операторов для работы на автоматизированных системах с дистанционным управлением, где требуется высокая мера ответственности. Наряду с этим следует создавать постоянно действующие системы тренажерной подготовки и переподготовки, позволяющие повысить профессиональный уровень и расширить психофизиологические возможности работника.

Формы интеллектуального (умственного) труда. Данные формы труда отражают познавательную-рациональную сторону мыслительных процессов человека, т.е. систему умственных операций, связанных с реше-

нием задач, с эффективностью подхода к ситуации, требующей быстрой познавательной активности и действия в соответствии с целью.

Существуют несколько классификаций интеллектуальной (умственной) деятельности, которые довольно тесно переплетаются между собой.

Характеризуя предприятие с позиции материального производства, можно выделить две формы деятельности. На одних предприятиях профессии интеллектуального (умственного) труда относятся к сфере материального производства (конструкторы, инженеры, мастера, техники, диспетчеры, операторы и др.), на других — вне его (врачи, учителя, научные работники, переводчики, писатели, артисты и др.). Такая классификация свидетельствует о постепенном процессе сглаживания различий между физическим и умственным трудом, особенно в сфере материального производства.

Важным признаком в анализе любого труда является эргометрическая (*ergos* — работа, *metro* — измерять) его характеристика. Это наличие, выраженность и продолжительность воздействия стимулов, раздражителей или факторов трудового процесса, которые приводят к осуществлению умственной мыслительной деятельности с последующей реализацией принятого решения через систему активных действий. С этой позиции различают следующие виды интеллектуальной (умственной) деятельности.

- *Исполнительский вид умственного труда.* Выполнение этого вида труда сопровождается несложными установочными сигналами и распоряжениями, при достаточном объеме поступающей информации, низкой плотности сигналов и сообщений. Реализация принятого решения работником осуществляется через заведомо известные стереотипные действия и не сопровождается дефицитом времени. К такому труду относится деятельность лаборантов, медицинских сестер и др.
- *Труд управленческий.* Специфической чертой является руководство трудовыми коллективами. В зависимости от характера, особенностей и уровня управленческой деятельности нервно-психическое напряжение обусловлено целым рядом причин: необходимостью решать различные по степени сложности задачи, анализировать поступающую информацию и давать заключительную оценку, распределять задания и проводить контроль за их выполнением, отмечается многочисленное число коммуникационных связей и т.д. Для данной деятельности характерна высокая степень от-

ветственности за принятое решение, причем чаще всего это протекает на фоне дефицита времени, в условиях чрезмерного роста информации или ее недостаточности.

- *Операторский вид деятельности* связан с управлением машинами, станками, различными автоматизированными и механизированными линиями и системами и т.д. Для этого вида деятельности характерно наличие системы «человек—машина». В зависимости от функциональных обязанностей операторской деятельности можно условно выделить группы операторов-исполнителей, операторов-наблюдателей и операторов-руководителей. Уровень сложности операторской деятельности зависит: от значимости, объема поступающей и обрабатываемой информации; от числа одновременно наблюдаемых и управляемых объектов; наличие дистанционного или непосредственного управления производственным процессом; от длительности сосредоточенного наблюдения и т.п. Присущие черты операторской деятельности — монотонность обстановки и работы на фоне низкой физической активности. Так, труд таких работников, как телеграфисты и телефонисты, осуществляется в навязанном темпе и ритме работы, с многократным повторением стереотипных и однообразных действий. Менее выражены эти качества труда при высоком уровне автоматизации, например у авиадиспетчеров, но при этом у них ведущими являются наблюдение, контроль и управление. Характерны временная неопределенность появления информации о рассогласовании в управляемой системе, необходимость постоянно поддерживать готовность к срочному действию, зачастую требуется принятие многоходового решения и т.д.
- *Творческий вид умственного труда* — наиболее сложная деятельность человека, которая требует предварительной подготовки, высокой квалификации и особых условий. При наличии мотивационной установки этот вид деятельности обусловлен рядом внешних пусковых факторов или стимулов. К ним относятся в первую очередь необходимость решения сложных задач при отсутствии известных алгоритмов, требования к проведению разной степени сложности анализов и комплексных оценок полученных новых результатов и данных. Такая деятельность обеспечивается значительным объемом долговременной и оперативной памяти, отмечается постоянное интеллектуальное напряженное и сосредоточенное внимание на объекте деятельности. К группе творческо-

го труда относятся научные работники, писатели, композиторы, артисты, художники, конструкторы.

- Отдельно можно выделить *труд учащихся и студентов*, который требует напряжения основных психических функций — памяти, внимания (особенно ее концентрацию и устойчивость), восприятия. Кроме того, учебный процесс часто сопровождается стрессовыми ситуациями (экзамен, зачеты).

В зависимости от вида и способа преобразования информации и выработки решения различают репродуктивные и продуктивные виды умственного (интеллектуального) труда. При репродуктивной умственной деятельности используются известные заранее требования с фиксированными алгоритмами операций и действий (например, счетные операции, сравнения, идентификация, декодирование сигналов и др.). К представителям таких профессий могут быть отнесены контролеры, сортировщики, телефонисты, радисты, операторы слежения, инженерно-технические работники, экономисты и т.д. При продуктивных, творческих видах умственного труда алгоритмы или вообще неизвестны, или даны в неясном виде. Акцент деятельности направлен на инициативное и ответственное решение различного рода задач (инженерно-технических, организационных, управленческих, воспитательных, проектных и т.п.).

Приведенные классификации интеллектуального (умственного) труда недостаточно совершенны, так как существует много промежуточных типов деятельности, имеющих черты тех или иных групп. Однако преобладающий процесс переработки информации (наблюдение, мыслительные процессы для выработки нестандартного решения, моторная активность) определяет преимущественную нагрузку на сенсорную, центральную и эффекторную части анализаторов. Структура мышления усложняется и характеризуется особенностями прохождения ряда этапов: осознание проблемной ситуации и формирование конкретной цели; накопление новых данных и формирование умозаключения; принятия решения, проверка, критика и контроль за реализацией решения.

Труд человека включает в себя две неразрывно связанные стороны: рабочую нагрузку и функциональное напряжение организма как ответ на эту нагрузку. Рабочая нагрузка определяется характером и величиной требований, предъявляемых конкретным видом трудовой деятельности к организму человека, особенностям производственной среды, в которой эта работа осуществляется.

Физический труд — труд, при котором основная нагрузка приходится на опорно-двигательный аппарат и обеспечивающие его сердечно-сосудистую и дыхательную системы. В настоящее время, несмотря на существенную механизацию и автоматизацию производственных процессов, физический труд занимает все еще высокий удельный вес практически во всех отраслях промышленности.

По характеру работы мышц физическая нагрузка подразделяется на *динамическую, статическую и смешанную (статико-динамическую)*.

Динамическая мышечная нагрузка характеризуется периодическими сокращениями и расслаблениями скелетных мышц с целью перемещения тела или отдельных его частей, а также выполнения определенных рабочих действий. Физиологические реакции при динамической работе (возрастание частоты сердечных сокращений, артериального давления, ударного и минутного объемов крови, энергозатрат, изменения регионального и общего сосудистого сопротивления и др.) зависят от силы и частоты сокращений, размеров работающих мышц, степени тренированности человека, положения тела, в котором выполняется работа, условий окружающей среды.

Статическая работа — вид мышечных напряжений, характеризуемый непрерывным сокращением без изменения длины (изометрическим) скелетных мышц с целью удержания положения тела или отдельных его частей, а также выполнения определенных трудовых действий (удержание груза, приложение усилий). При статической работе, в отличие от динамической, имеют место весьма незначительные увеличения потребления кислорода и минутного объема крови. При этом в зависимости от силы и продолжительности сокращения могут существенно возрастать частота сердечных сокращений, артериальное давление и общее периферическое сопротивление сосудов.

В условиях производственной деятельности выделить четко характер только динамических или статических нагрузок весьма трудно. Практически любой физический труд связан с комплексным действием смешанных, статико-динамических нагрузок.

В связи с особенностями выполнения *статико-динамических нагрузок* возможны два варианта сочетания статических и динамических мышечных напряжений. Первый — когда динамические и статические нагрузки одних и тех же мышечных групп чередуются последовательно во времени. Например, наклон корпуса или приседание на корточках (динамические нагрузки) с последующей фиксацией этого положения (статическая нагрузка) на некоторое время для выполнения какой-ли-

бо производственной операции (ткачи, прядильщицы и др.). Вторым вариантом — когда статические и динамические нагрузки накладываются одновременно друг на друга на одни и те же мышечные группы. Например, динамические нагрузки, необходимые для перемещения руки над рабочей поверхностью, накладываются на статические усилия, обеспечивающие поддержание руки над рабочей поверхностью, т.е. в этом случае имеется непрерывное статическое напряжение мышц плеча и верхней части корпуса, но в определенных пределах изменяющееся по величине (например, труд станочника). В обоих случаях работа со статико-динамическими нагрузками сопровождается значительным напряжением мышц поясничной области у ткачих и мышц рук и плечевого пояса у станочника.

Вместе с тем, в целом, можно говорить о преимущественно динамических или статических нагрузках при выполнении какой-либо работы и их конкретном воздействии на организм работающих.

В зависимости от величины мышечной массы, необходимой для выполнения той или иной работы, физическую работу человека принято подразделять на три вида: *общая (глобальная), региональная и локальная*.

Интенсивность мышечной работы в труде принято обозначать термином «*тяжесть труда*». При этом физический труд локального, регионального или общего характера связан с энергетическими затратами, обеспечивающими усилия опорно-двигательного аппарата и систем, необходимых для его функционирования. Механическая энергия, развиваемая мышцами при всех видах физической работы, получается в конечном итоге (образуется) за счет окисления углеводов, жиров, белков. В процессе мышечной деятельности существенно возрастает количество потребляемого кислорода. Если в покое человек потребляет 150–300 мл кислорода в 1 мин, то при тяжелой физической работе потребность в кислороде возрастает в 10–15 раз. Уровень потребления кислорода соответствует величине энергии, полученной в результате окисления соответствующих питательных веществ, и зависит от величины мышечной массы, принимающей участие в работе и степени напряжения работающих мышц. Из этого следует, что при одинаковой интенсивности мышечных напряжений наименьшие уровни энергозатрат будут при локальной работе, а наибольшие — при глобальной.

Интенсивные локальные мышечные нагрузки характерны для машинисток, телеграфистов, наборщиков типографий, операторов счетных клавишных машин, перфораторщиков. Операторы выполняют десятки тысяч мелких высококодифференцированных движений в бы-

стром темпе. Характер и глубина функциональных изменений в организме работающих определяются, главным образом, общим числом движений за смену. Существует высокодостоверная зависимость величины снижения функционального состояния нервно-мышечного аппарата от числа локальных движений за смену (рис. 3.2). Чем больше совершается движений, тем раньше появляется в течение рабочего дня достоверное увеличение биоэлектрической активности мышц (участвующих в выполнении этих движений), снижение силы и выносливости мышц. Одновременно отмечается достоверное повышение случаев профессиональных заболеваний опорно-двигательного аппарата работающих.

В современной трудовой деятельности статическая нагрузка часто связана с удержанием на весу деталей, изделий или приложением усилий (при управлении оборудованием или прижимом изделия к обрабатываемому инструменту). В производственных условиях статическая нагрузка количественно оценивается двумя показателями: величиной развиваемого усилия и длительностью поддержания этого усилия.

Величина и длительность поддержания статического усилия влияют на степень развития утомления и возможность проявления первых признаков перенапряжения различных структур нервно-мышечного аппарата работающих. Так, шлифовщицы хрустальных изделий прикладывают усилия, связанные с прижимом изделия к шлифовальному кругу в 1,5–2,5 раза больше, чем шлифовщицы стеклянных изделий. При этом у лиц, обрабатывающих хрустальные изделия, отмечается более ранняя и более выраженная степень утомления нервно-мышечной системы, достоверно чаще встречаются профессиональные заболевания нервно-мышечной системы рук по сравнению с работницами, обрабатывающими стекло.

В условиях производства работающие, наряду с мелкими движениями, часто выполняют движения большой амплитуды в разных направлениях, что свидетельствует о динамическом характере физических нагрузок. При таких движениях участвуют не только мышцы кисти и предплечья, но и мышцы плеча, плечевого пояса, а в ряде случаев и мышцы туловища (т.е. региональные уровни нагрузок). Подобного рода движения необходимы при станочных, штамповочных, переплетно-брошюровочных работах, в шелкоткацком производстве, при сборке автомобилей, телевизоров и т.д. Большая нагрузка на двигательный аппарат встречается и при работе за операторским пультом. Например, труд операторов пульта управления бломингом, наряду с нагрузками на

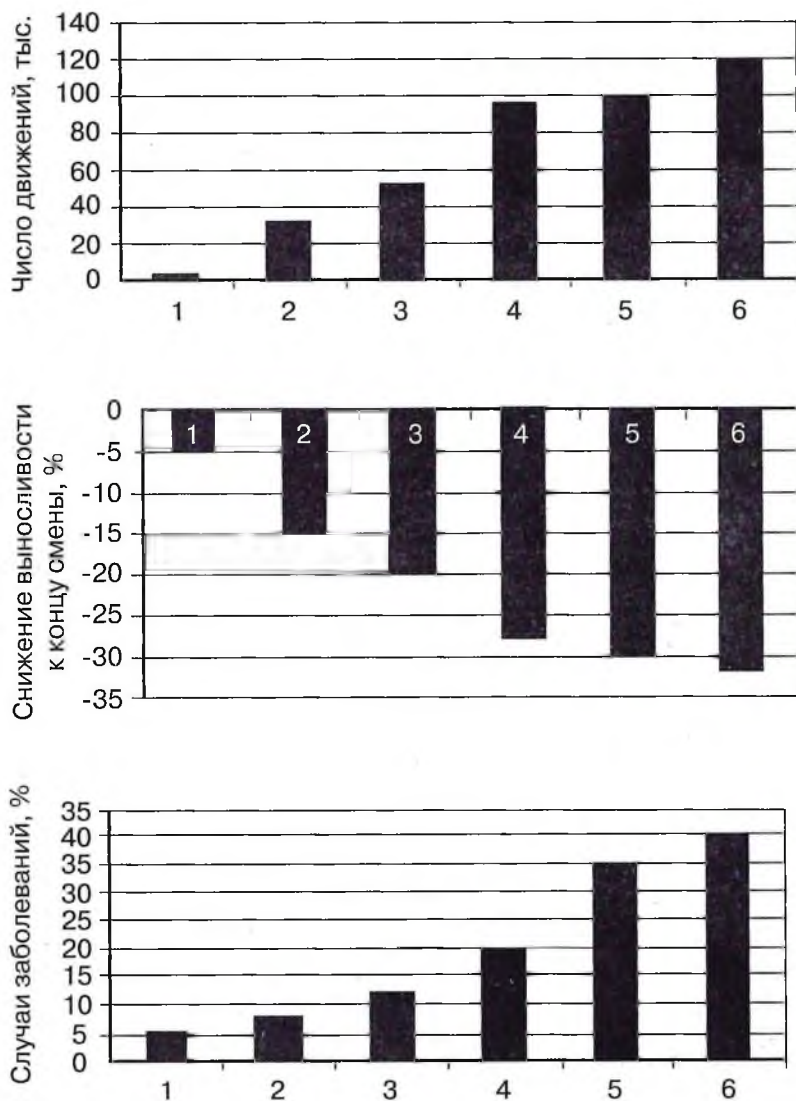


Рис. 3.2. Зависимость уровня утомления нервно-мышечной системы и числа случаев профзаболеваний от количества выполняемых локальных движений в течение смены в разных профессиональных группах: 1 — кассиры; 2 — перфораторщики; 3 — операторы ввода данных ВДТ; 4 — телеграфисты; 5 — обмотчики электромоторов; 6 — контролеры-сортировщики ценных бумаг

зрительный и слуховой анализаторы, связан с выполнением до 45 тыс. движений при использовании ручных и ножных органов управления.

При работе с преимущественно региональными нагрузками частота и амплитуда рабочих движений, величина прилагаемых усилий, рабочая поза имеют большое значение в развитии утомления работающих. У станочников (сверловщики, токари, шлифовщики) изменения физиологических функций, указывающие на развитие утомления (понижение функционального состояния нервно-мышечной системы, напряжение сердечно-сосудистой и терморегуляционной систем организма) зависят от амплитуды и частоты рабочих движений (рис. 3.3).

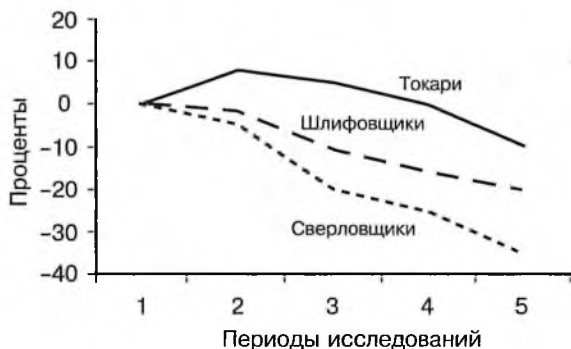


Рис. 3.3. Изменение выносливости мышц к статическому усилию (в процентах) у станочников в динамике смены

Отмечаются и изменения в морфологическом и биохимическом составе крови. Количественные изменения выражаются в увеличении числа эритроцитов и содержания гемоглобина, в усилении регенерации эритроцитов и в увеличении молодых форм — ретикулоцитов. Также отмечается увеличение общего числа лейкоцитов (миогенный лейкоцитоз) за счет резкого возрастания количества нейтрофилов. С увеличением мощности мышечной работы наблюдается повышение содержания в крови адреналина, норадреналина, кортизона, кортикостерона, что способствует мобилизации энергетических ресурсов организма. Понижение уровня инсулина в крови во время длительной мышечной работы связано как с уменьшением его секреции, так и с усиленным его распадом. Снижение содержания инсулина в крови создает условия для использования жирового депо как источника энергетического обеспечения мышечной работы.

Разная степень выраженности утомления может наблюдаться у лиц одной и той же профессии, если характер труда или технологическое

оборудование имеют свои особенности. Например, среди станочников, обрабатывающих одинаковые детали, но имеющих разное производственное задание (грубая или точная шлифовка), степень изменения физиологических функций (снижение выносливости мышц рук, усиление тремора, увеличение частоты сердечных сокращений и т.п.) более выражена у тех из них, которые выполняют большее число движений и более длительно находятся в неудобной рабочей позе.

Во многих отраслях промышленности, особенно в угольной, горнорудной отрасли, на транспорте, в сельском хозяйстве, еще немало профессий, для которых характерны общие физические нагрузки. Общие (глобальные) физические нагрузки, как правило, связаны с приложением значительных усилий, подъемом и перемещением груза, наклонами корпуса, работой в неудобных и вынужденных позах. Общие нагрузки характеризуются значительным расходом энерготрат, интенсивной нагрузкой на кардиореспираторную систему, повышением частоты сердечных сокращений. Так, в литейных цехах все еще имеется ряд ручных операций, требующих больших мышечных усилий (до 50% рабочего времени), при этом энерготраты составляют 4,0–6,5 ккал/мин (6,7–27,2 кДж/мин). При таких энергозатратах отмечаются значительные изменения вегетативных функций: превышение частоты сердечных сокращений над уровнем покоя составляет 20–150%, частоты дыхания на 20–100%. Даже применение высокопроизводительных, механизированных комплексов не исключает ручного, немеханизированного труда, который может занимать значительное рабочее время. У бурильщиков среднесменная частота сердечных сокращений в процессе бурения составляла 108–112 в минуту, а на отдельных трудоемких операциях достигала 145–165 в минуту и более. Статическая выносливость мышц кисти у них снижалась к концу смены на 42–50%, что свидетельствует о развитии выраженного утомления нервно-мышечного аппарата.

Следовательно, физическая работа, связанная со статическими, динамическими и/или смешанными нагрузками высокой интенсивности, приводит к изменению физиологических функций (снижение выносливости мышц к статическому усилию, повышение биоэлектрической активности мышц, увеличение тремора), свидетельствующих о развитии утомления нервно-мышечной системы работающих. При чрезмерной продолжительности или интенсивном напряжении мышц утомление может накапливаться (кумуляироваться), приводит к развитию перенапряжения и нередко в последующем к возникновению

патологических нарушений. Структура профессиональных заболеваний от функционального перенапряжения полиморфна и включает патологию периферической нервной системы (вегетативно-сенсорная полиневропатия, компрессионные невропатии, радикулопатии, координаторные неврозы) и опорно-двигательного аппарата (миофиброзы, тендовагиниты, эпикондилезы, стилоидозы, стенозирующие лигаментозы, периартрозы).

Свидетельством развития перенапряжения нервно-мышечного аппарата является также высокий процент жалоб среди лиц различных профессий на быструю усталость и ноющие боли в различных частях тела.

3.5. РАБОЧИЕ ПОЗЫ

Выполнение любой работы осуществляется в определенной позе, которая также служит элементом трудовой (рабочей) нагрузки. Поза человека — это положение тела, конечностей и головы в пространстве и друг относительно друга, создающееся сложным комплексом врожденных и приобретенных рефлексов. Соответственно, рабочей позой называют такие положения тела, головы, конечностей в пространстве и относительно друг друга, которые обеспечивают выполнение определенного трудового задания. Все многообразие рабочих поз в различных профессиональных группах, как правило, сводится к двум основным позам «стоя» и «сидя».

Поддержание основных рабочих поз связано как с наличием общих анатомо-физиологических и биомеханических закономерностей, так и с рядом специфических, различных для каждой из рабочих поз, особенностей.

Уравновешивание силы тяжести в естественных позах является для организма сложной задачей, так как человеческое тело представляет собой систему звеньев, соединенных шарнирными связями, допускающими как прямолинейные, так и вращательные движения. С точки зрения биомеханики условием поддержания позы служит равновесие всех сил, внутренних и внешних, действующих на тело. Пассивное равновесие даже при спокойном стоянии непрерывно нарушается, так как общий центр тяжести расположен несимметрично и постоянно смещается вследствие периодической деятельности внутренних органов (дыхание, кровообращение, пищеварение). Противодействие многочисленным внешним и внутренним силам, стремящимся нарушить поддерживаемые позы, оказывает вся система опорно-двигательного аппарата, его

пассивные (позвоночник, кости, связки) и активные (мышцы) элементы. Это достигается быстрым перераспределением тонических и тетанических напряжений мышц за счет проприоцептивных, лабиринтных и экстероцептивных рефлексов. Таким образом, мышцы, поддерживающие равновесие тела, постоянно находятся в напряжении.

Положение сидя характеризуется наличием дополнительной опоры, при этом улучшаются биомеханические условия — увеличивается площадь опоры и опускается общий центр тяжести тела, что делает позу более устойчивой. Кроме того, уменьшается гидростатическое давление крови и улучшаются условия сердечно-сосудистой деятельности.

Как и всякая мышечная активность статического типа, каждая поза проявляется определенными изменениями со стороны кровообращения и дыхания. При выполнении работы в позе стоя увеличивается нагрузка на мышцы нижних конечностей (вследствие высокого расположения центра тяжести над площадью опоры и малой ее величиной) и органы кровообращения (увеличение гидростатического давления). В результате даже удобное положение стоя требует по сравнению с позой сидя повышения энергетических затрат организма на 8–15%, увеличения частоты сердечных сокращений на 10–15 в минуту.

В естественных условиях жизни поддержание позы является частным случаем статического режима двигательной активности. Незначительные изменения в той или иной позе влекут за собой изменения позы активности мышц. Величина напряжения нервно-мышечной системы как в шейно-грудном, так и в пояснично-крестцовом сочленениях находится в прямой зависимости от глубины наклона головы и корпуса. Наклон головы на 15° (от корпуса), так же как и наклон корпуса на 10° (по отношению к вертикали), не вызывает повышенных напряжений в структурах опорно-двигательного аппарата, и в этих пределах (при отсутствии каких-либо других неблагоприятных моментов, например вытянутых рук вперед или поднятых рук вверх, выше плеч) рабочая поза может квалифицироваться как свободная.

В трудовой деятельности человека встречаются более сложные положения тела, для поддержания которых требуется значительное напряжение мышц, чем при свободной, комфортной позе (неудобная, фиксированная, вынужденная позы).

Неудобная поза — поза с поворотом туловища, неудобным размещением конечностей, с поднятыми вверх руками и др. Увеличение нагрузки при переходе от свободной позы к неудобной наиболее отчетливо проявляется в областях шейно-грудного и пояснично-крестцового

сочленений. Напряжения в шейно-грудинном сочленении возникают, как правило, вследствие наклона головы вперед, к объекту трудовой деятельности. Такие позы характерны для работников большинства канцелярских профессий, монтажников различных приборов, узлов, работников ряда областей легкой промышленности (швей-мотористки) и многих других. Одновременно с этим у работников многих профессий, в том числе и указанных выше, в процессе трудовой деятельности при наклоне корпуса вперед возникают также весьма значительные напряжения и в пояснично-крестцовом сочленении. Напряжение в пояснично-крестцовом отделе отмечается и у лиц, работающих стоя, при наклоне корпуса вперед или вбок. Такие позы характерны для станочников, операторов металло- и деревообработки, слесарей, механосборщиков машин, станков, многих профессиональных групп сельского хозяйства. Рабочая поза водителя электропогрузчика также неудобная: при движении погрузчика задним ходом водитель вынужден поворачивать назад голову и туловище. Напряжение мышц при этом больше (рис. 3.4) по сравнению с позой водителя при движении погрузчика вперед. Время пребывания в подобной позе достигает 53% времени смены. Следовательно, «физиологическая стоимость» работы в неудобной рабочей позе увеличивается.

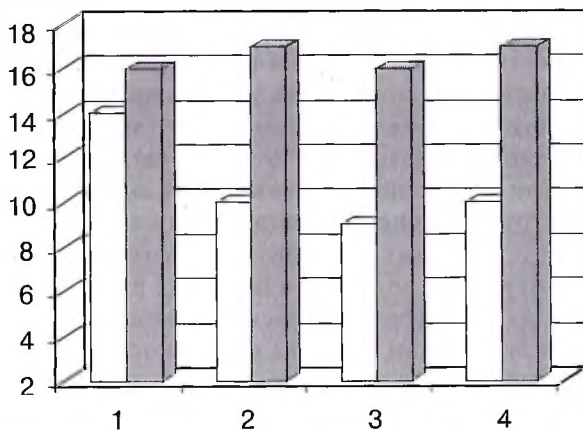


Рис. 3.4. Интегрированная биоэлектрическая активность мышц водителей электропогрузчиков при наиболее характерных рабочих позах. Условные обозначения: по оси ординат — ЭМГ в процентах от МПС; по оси абсцисс изучаемые мышцы: 1 — разгибатель пальцев; 2 — мышца, выпрямляющая спину; 3 — трапециевидная мышца (справа); 4 — трапециевидная мышца (слева). Белый столбик — поза при вождении погрузчика вперед; черный столбик — поза при вождении погрузчика назад

Хотя позная активность характеризуется в основном несильным напряжением мышц, при длительном поддержании даже удобной позы уже через 2–3 ч у работающих возникают признаки утомления нервно-мышечной системы, субъективное ощущение дискомфорта и желание частичного изменения этой позы. Если по условиям технологии или характера трудового процесса изменение позы во время трудовой деятельности невозможно, это указывает на наличие фиксированных рабочих поз. Фиксированная рабочая поза — невозможность изменения взаимного положения различных частей тела относительно друг друга. Подобные позы чаще всего можно наблюдать при выполнении работ, связанных с необходимостью в процессе деятельности различать мелкие объекты. В этом случае работающий принимает такую позу, чтобы она обеспечивала возможность наиболее благоприятных условий для функционирования зрительной системы. Наиболее жестко фиксированы рабочие позы у представителей тех профессий, которым приходится выполнять свои основные производственные операции с использованием оптических увеличительных приборов — луп и микроскопов.

Среди подобных специальностей широко распространены профессии, в которых работающие заняты изготовлением, соединением деталей, узлов, изделий микроэлектроники, а также значительные по численности группы специалистов медицинских, ветеринарных и других лабораторий (например, гистологи, микрохирурги).

Так, значительная степень фиксированности рабочей позы операторов-микроскопистов по сравнению с пользователями видеодисплейного терминала (ВДТ) приводит к более выраженному утомлению нервно-мышечного аппарата работающих в динамике смены. Количество жалоб на боли и усталость в различных частях тела в 2 раза больше у лиц, работающих с микроскопом, чем у пользователей ВДТ.

В производственных условиях встречаются сложные позы — на коленях, на корточках, лежа, работа с сильным наклоном туловища и пр. Такие позы относятся к вынужденным. Вынужденная рабочая поза, создающая значительную мышечную нагрузку, приводит к более выраженным изменениям физиологических функций, к ускорению развития утомления. Такие позы характерны для некоторых видов работ при ремонтных или строительных работах, при работе в шахте и др.

Следовательно, возможность развития перенапряжения опорно-двигательного аппарата вследствие поддержания рабочей позы зависит от степени нерациональности позы (неудобная, фиксированная, вынужденная) и времени пребывания в ней. Такие рабочие позы могут

быть причиной возникновения не только ряда специфических профессиональных заболеваний нервно-мышечной системы, но и бывают весьма существенным фактором риска возникновения остеохондроза.

3.6. ВЕРОЯТНОСТЬ НАРУШЕНИЯ ЗДОРОВЬЯ ОТ ВОЗДЕЙСТВИЯ НЕБЛАГОПРИЯТНЫХ ФАКТОРОВ ТРУДОВОГО ПРОЦЕССА

При мышечном труде любого вида основные факторы трудового процесса можно охарактеризовать качественными и количественными показателями. В зависимости от величины они оказывают разное влияние на состояние физиологических систем организма работников, в том числе и неблагоприятное, такие, как перенапряжение и переутомление.

Исследования по изучению влияния труда с локальными мышечными нагрузками на развитие утомления и заболеваемость опорно-двигательного аппарата рук работающих проводили на многих группах так называемых клавишных профессий (наборщики, операторы клавишных вычислительных машин, телеграфисты, кассиры и т.д.). Труд всех изучаемых групп характеризовался выполнением большого количества мелких локальных стереотипных движений пальцами рук. Величина усилия при нажатии на клавиши колебалась в разных группах от 1,62 до 5,6 Н. Количество выполняемых движений варьировало в широких пределах (от 4 до 130 тыс. движений за смену), что в основном и определяет характер и глубину функциональных сдвигов работающих.

Так, у лиц, выполняющих за смену около 4000 движений, признаки утомления (по показателям биоэлектрической активности мышц, выносливости мышц к статическому усилию, треметрии, хронорефлексометрии) были незначительны даже к концу смены. При количестве движений 40–80 тыс. за смену признаки утомления наблюдались к середине или к концу смены. При 100 тыс. движений и более утомление появлялось уже через 1,5–2 ч после начала работы и было значительным к концу смены.

Такая работа может приводить к перенапряжению нервно-мышечного аппарата рук работающих. Клинические исследования выявили патологические нарушения нервно-мышечной системы, причем преобладала патология собственно мышц (миалгия кистей и предплечий, миофиброз разгибателей предплечий, нередко — вегетативно-сенсорная полиневропатия рук, тендовагинит предплечий).

Множественный регрессионный анализ показал тесную положительную корреляционную связь между следующими показателями:

- количеством движений за смену и степенью утомления нервно-мышечной системы работающих ($r = 0,96$);
- количеством движений за смену и уровнем распространенности профессиональных заболеваний опорно-двигательного аппарата и периферической нервной системы ($r = 0,92$);
- степенью утомления нервно-мышечного аппарата и распространенностью профессиональных заболеваний ($r = 0,72$).

Регрессионный анализ выявил зависимость уровня распространенности профессиональных заболеваний опорно-двигательного аппарата и периферической нервной системы от факторов трудового процесса (количество движений за смену и усилие нажатия на клавиши).

По данным расчета, при выполнении до 20 тыс. локальных движений за смену профессиональные заболевания практически не возникают. При количестве движений за смену до 40 тыс. могут возникнуть патологические нарушения нервно-мышечной системы и опорно-двигательного аппарата у 7,1–9,8% работающих, до 60 тыс. — в 14,9–17,4%, а при количестве движений за смену более 60 тыс. профессиональные заболевания могут возникнуть более чем у 20% работающих.

Физический труд с региональными и общими (глобальными) мышечными нагрузками характерен для многих профессий: формовщики, штамповщики, изолировщики, швеи, заготовщики обуви и др. Исследования показали, что факторы трудового процесса, определяющие тяжесть труда (масса поднимаемого и перемещаемого груза, величина динамической и статической нагрузки за смену, количество движений за смену, время нахождения в вынужденной, неудобной позе), существенно различаются в разных профессиональных группах. Так, масса поднимаемого и перемещаемого груза колебалась в разных группах от 0,05 до 11,5 кг, величина статической нагрузки — от 4000 до 150 000 кгс·с, число движений руками варьировало в разных группах от 1000 до 56 000 за смену.

Физиологические исследования показали, что у работников обследованных профессий глубина и степень развития утомления зависят от количественных значений основных факторов трудового процесса. Действительно, выносливость мышц кисти к статическому усилию снижалась к концу смены в разных группах на 10–41%, уровень интегрированной биоэлектрической активности мышц при работе колебалась от 6 до 29% от МПС (т.е. от уровня биоэлектрической активности

мышц при максимальной произвольной силе), среднерабочая частота сердечных сокращений составляла в разных группах 73–95 в минуту. Результаты клинико-функциональных исследований согласуются с данными физиологических и профессиографических исследований.

Комплексное клинико-функциональное обследование выявило тесную зависимость характера и глубины патологических нарушений со стороны периферической нервной системы и опорно-двигательного аппарата от величины физических нагрузок. Установлено, что увеличение региональных и общих физических нагрузок вызывало срыв компенсаторных механизмов и развитие деструктивных изменений, которые приводят к формированию полиморфной профессиональной патологии. Число лиц с профессиональными заболеваниями от функционального перенапряжения составляло в разных профессиональных группах от 0,5 до 31,1%. Ведущей клинической формой были вегетативно-сенсорная полиневропатия рук, нередко в сочетании с миофиброзом предплечий, патология связочного аппарата в виде эпикондилеза плечевой кости, плечелопаточного периартроза.

Существует определенная зависимость между физиологическими изменениями, патологическими нарушениями, происходящими в организме работающих, и факторами трудового процесса. Для исследования взаимосвязи влияния основных факторов труда на функциональное состояние работающих был проведен множественный линейный регрессионный анализ, позволивший получить уравнения линейной регрессии, которые отражают влияние всех изучаемых факторов. При этом множественный коэффициент корреляции взаимосвязи изучаемых физиологических показателей с факторами труда составлял для частоты сердечных сокращений +0,878, для выносливости мышц +0,786, для биоэлектрической активности мышц при работе +0,919. Однако судить о том, какой фактор труда влияет в большей или меньшей степени по величине коэффициентов, нельзя из-за различия в единицах измерения факторов.

Основной вклад в изменение физиолого-клинических показателей вносит количество региональных движений за смену, вклад которого в изменение физиологических показателей составляет 45,2–58%, а в клинические — от 12,6 до 28%. На втором месте оказывается уровень статической нагрузки (величина вклада от 11,6 до 21,9%). При этом коэффициенты детерминации для физиологических показателей довольно высоки (58–76%).

Следует отметить, что в числе факторов, в большей степени влияющих на изменение физиолого-клинических показателей, имеет значение величина среднесменного грузооборота.

Статистическая оценка комплексного воздействия факторов трудового процесса на изменение физиолого-клинических показателей выявила, что в целом для всех профессиональных групп наибольший вклад в изменение физиолого-клинических показателей вносят два фактора трудового процесса — количество движений (45,2–58%) и статическая нагрузка (12,8–21,9%). Суммарная величина поднимаемого груза за смену (сменный грузооборот) влияет на изменение функционального состояния организма только в тех профессиональных группах, в которых ее значение превышает 1000 кг.

На основе этих данных была рассчитана вероятность развития случаев профессиональных заболеваний опорно-двигательного аппарата и периферической нервной системы у работников в зависимости от тяжести трудового процесса с учетом локальных, региональных и общих (глобальных) мышечных нагрузок (табл. 3.1).

Таблица 3.1. Вероятность развития случаев профессиональных заболеваний в зависимости от уровня тяжести трудового процесса, в процентах

Характер мышечных нагрузок	Тяжесть труда (по Р 2.2.2006-05)				
	1-й класс, оптимальный (легкая физическая нагрузка)	2-й класс, допустимый (средняя физическая нагрузка)	3-й класс, вредный (тяжелый труд)		
			1-я степень	2-я степень	3-я степень
Локальные	0–2,0	2,1–13,0	13,1–20,0	20,1–28,0	Более 28,0
Региональные и общие	0–6,0	6,1–17,0	17,1–28,0	28,1–37,0	Более 37,0

В современных условиях человек подвергается существенному воздействию экономических, социально-бытовых и производственных факторов, которые в той или иной степени влияют на состояние здоровья работающего населения страны. В настоящее время не вызывает никаких сомнений, что при умственном труде нервно-психическое перенапряжение, обусловленное интенсивными эмоциональными, информационными, а в ряде случаев интеллектуальными перегрузками, приводит к развитию той или иной общесоматической патологии. Проявляется это различными невротическими сдвигами и заболеваниями сердечно-сосудистой и других систем.

Речь идет о таких заболеваниях, которые связаны именно с работой, т.е. о производственно-обусловленных заболеваниях. В этой связи основное предназначение физиологии труда заключается в разработке научной методологии по оптимизации профилактических комплексов. Они должны строиться и базироваться на основе создания мер, направленных на минимизацию профессионального риска нарушения здоровья, снижения работоспособности и сохранения трудового долголетия.

На основе результатов производственных и физиолого-клинических исследований разработан математический способ расчетов интегрального показателя оценки уровня напряженности труда ($L_{нт}$) и выделены шесть его категорий с конкретными количественными границами (табл. 3.2).

Проведенные психофизиологические исследования профессий с различной категорией НТ позволили определить у них среднесменные уровни показателей центральной нервной, сердечно-сосудистой систем и провести корреляционный анализ между этими показателями и величинами интегральных оценок напряженности труда ($L_{нт}$).

Установлено, что между интегральной величиной НТ и показателями эффективности и стабильности ведущих функций ЦНС существует обратная зависимость, графически представленная в виде экспоненциальной кривой.

С увеличением интегрального показателя или категории напряженности труда во всех группах возрастает нервно-психическое напряжение, но у мужчин за счет такой характеристики ведущих функций ЦНС как эффективность, а у женщин — стабильность.

Между величиной $L_{нт}$ и показателями сердечно-сосудистой системы наблюдается прямая зависимость.

Исключение составляла только обратная и недостоверная связь показателя общего периферического сопротивления с величиной $L_{нт}$. С возрастанием величины $L_{нт}$ или категории НТ во всех группах наблюдается повышение напряжения регуляторных механизмов сердечно-сосудистой системы, проявляющееся увеличением изученных показателей гемодинамики (АД, ЧСС, зубец Т на ЭКГ и др.).

С повышением величины интегрального показателя НТ или категории НТ существенно возрастает общее рабочее напряжение организма работающих. При отсутствии соответствующего отдыха и профилактических мер продолжающиеся интенсивные нервно-психические нагрузки могут привести к развитию состояния перенапряжения, а в последующем к производственно-обусловленным заболеваниям.

Таблица 3.2. Напряженность труда различных профессиональных групп по интегральному показателю $L_{\text{ит}}$ (усл. ед.)

Малая — I $L_{\text{ит}} \leq 0,899$	Средняя — II $L_{\text{ит}} = 0,900 - 1,206$	Высокая — III $L_{\text{ит}} = 1,207 - 1,514$	Очень высокая — IV $L_{\text{ит}} = 1,515 - 1,824$	Изнурительная — V $L_{\text{ит}} = 1,825 - 2,130$	Сверхинтенсивная или экстремальная — VI $2,131 < L_{\text{ит}}$
Лаборанты (0,800)	Телефонисты (1,181)	Телеграфисты (1,305)	Врачи- реаниматологи (1,784)	Авиадиспетчеры (1,931)	Пилоты (2,312)
—	Конструкторы (1,051)	Медицинские сестры реанимации (1,425)	Врачи- инфекционисты (1,776)	—	—
—	Научные работники (1,143)	Медицинские сестры инфекции (1,469)	Диспетчеры аэро- порта Домодедово (1,775)	—	—
—	Агенты аэропорта Домодедово (1,160)	Руководители (1,332)	Операторы ПА (1,557)	—	—
—	Операторы ВТ (1,169)	Мастера (1,230)	—	—	—
—	Операторы ПП (1,016)	Телеоператоры (1,220)	—	—	—
—	—	Операторы РП (1,290)	—	—	—

Примечание. ВТ — видеоматричная техника, ПП — подготовка программ, ПП — разовещательная программа, ПА — программные аппараты.

Прогнозирование вероятности развития производственно-обусловленных заболеваний в зависимости от уровня напряженности труда следует осуществлять отдельно для мужчин и для женщин.

В плане развития методологии профессионального риска представляется необходимостью в последующем решать этот вопрос с учетом не только половых различий, но и в возрастно-стажевом аспекте, индивидуальных личностно-психологических особенностей, мотивационной ориентации личности и т.д. Такой множественный дифференцированный подход позволит целенаправленно осуществлять разработку оздоровительных мероприятий в каждой конкретной профессии, с ориентацией как на группы, так и на конкретного работника.

3.7. ПРОФИЛАКТИКА УТОМЛЕНИЯ

Профилактика утомления, перенапряжения и сохранения здоровья работников физического труда должна включать комплекс мероприятий.

Наиболее радикальное средство в профилактике физического перенапряжения — совершенствование техники и технологии, направленное на соответствие конструктивных особенностей оборудования, ручного инструмента и других средств труда, а также организации рабочих мест современным требованиям эргономики. Иными словами, оборудование и рабочие места, предназначенные для работников различных профессий, должны соответствовать антропометрическим данным, физиологическим и психологическим особенностям человека и отвечать требованиям ГОСТа на работы, выполняемые в положении сидя или стоя (ГОСТ 12.2.033-78; ГОСТ 12.2.032-78). Большое значение в профилактике мышечных напряжений имеет своевременная проверка (метрологическая и т.п.) величин прилагаемых усилий на различные органы управления (рычаги, маховики и т.д.) и ручные инструменты (гайковерты, перфораторы, отбойные молотки и др.), которые должны отвечать соответствующей нормативно-технической документации.

Основой профилактики физических перегрузок и последствий, вызванных ими, являются оптимизация условий труда рабочих и устранение неблагоприятных производственных факторов. Основные факторы трудового процесса, характерные для работ, связанных с физическими (мышечными) нагрузками, а также факторы производственной среды (вибрация, микроклимат и др.), усугубляющие состояние функционального перенапряжения опорно-двигательного аппарата, должны

находиться в пределах оптимальных, реже — допустимых величин, установленных в соответствии с нормативными документами. При выполнении работ, связанных с частыми подъемами и перемещениями тяжестей вручную (труд подсобных рабочих, штукатуров, фрезеровщиков, токарей и многих других), масса перемещаемого груза не должна превышать 15 кг для мужчин и 7 кг для женщин (Р 2.2.2006-05, СанПиН 2.2.0.555-96).

Особую значимость для предупреждения перенапряжения НМА имеет рациональный режим труда и отдыха, установленный в соответствии с характером и условиями труда, динамикой функционального состояния работающих. Рациональный режим, помимо перерыва на обед (не входит в длительность смены), должен включать регламентированные перерывы, общая продолжительность которых зависит от вида физической нагрузки. Чем тяжелее работа, тем раньше после начала смены должны быть введены регламентированные перерывы, и продолжительность их должна быть больше. Регламентированные перерывы входят в длительность рабочего дня.

Для профессиональных групп, трудовая деятельность которых связана с локальными мышечными нагрузками (операторы ВДТ, перфораторщики, наборщики в типографиях и др.), в режим труда и отдыха целесообразно включать 2–3 регламентированных перерыва общей продолжительностью 15–20 мин.

Для профессий, связанных с региональными нагрузками (станочники, штукатуры, формовщики мелких изделий и многие другие), в режим труда и отдыха следует вводить не менее 3 регламентированных перерывов общей продолжительностью не менее 20 мин.

Для профессиональных групп, трудовая деятельность которых связана с общими (глобальными) мышечными нагрузками (шахтеры, грузчики, формовщики крупных изделий и др.), в режим труда и отдыха целесообразно включать не менее 3 регламентированных перерывов общей продолжительностью не менее 35 мин.

Регламентированные перерывы следует заполнять производственной гимнастикой, направленной на расслабление основных работающих мышц, проведение самомассажа, гидромассажа рук (ног) или пассивного отдыха.

Для лиц физического труда, связанных с непрерывным производственным процессом и имеющих сменный график работы, следует предусматривать полноценный отдых между сменами.

Большое значение в комплексной профилактике профессиональной и общей заболеваемости, укрепления здоровья работающих имеют занятия, проводимые вне рабочего времени, в специально созданных «Центрах восстановления работоспособности» (ЦВР). Занятия в ЦВР проводятся под контролем врача. Подготовленные инструкторы составляют комплексы физических упражнений на тренажерах, обновляют и совершенствуют программы целенаправленной гимнастики и нервно-мышечной релаксации, с учетом характера физического труда и физической подготовленности работающих. Физические упражнения целесообразно выполнять стоя, если работать приходится в позе сидя, и сидя, лежа — когда работа осуществляется в позе стоя.

В целях предупреждения развития профессиональных заболеваний опорно-двигательного аппарата и периферической нервной системы следует проводить предварительный медицинский осмотр для отбора лиц, принимаемых или переводимых с другой специальности, в профессии, связанные с физическим трудом. Кроме того, для выявления ранних проявлений поражений профессионального и общего характера, предупреждения их прогрессирования и осложнений следует проводить периодические медицинские осмотры (1 раз в 1–2 года) лиц, работающих с физическими нагрузками.

3.8. ФИЗИОЛОГИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ МОНОТОННОГО ТРУДА

В настоящее время на предприятиях нашей страны создается новое современное оборудование — станки с числовым программным управлением (ЧПУ), роботизированные комплексы, совершенствуются поточно-конвейерные линии и др. Все это способствует снижению физического мышечного компонента в работе. При этом возрастает значимость такого вредного фактора производственного процесса, как монотонность.

Монотонность — это однообразно повторяющийся процесс. В наибольшей степени монотонность труда характерна для поточно-конвейерного производства, которое находит широкое применение в таких отраслях экономики, как машиностроение, приборостроение, радиоэлектронная, легкая, пищевая промышленность и др.

Однако монотонность распространяется и на ряд других профессий — станочники, штамповщики, прессовщики, операторы полуавтоматических линий, а также операторы за различными пультами

управления технологическими процессами и другие, для которых характерно однообразие действий.

Следовательно, монотонный труд — это однообразный труд, требующий от человека либо длительного выполнения простых однотипных операций в заданном или свободном темпе, либо непрерывной концентрации внимания в условиях малого объема поступающей информации. Следует различать такие понятия, как монотонность труда и состояние монотонии.

Монотонность труда — однообразие трудовых операций или производственной обстановки, т.е. объективные внешние факторы трудовой деятельности.

Монотония — комплекс психологических и физиологических изменений в организме человека, возникающий при монотонной работе, т.е. ответная реакция человека на монотонный труд.

Различают два основных вида монотонной работы.

1. Монотонность действия, при которой состояние монотонии возникает в связи с выполнением однообразных, часто повторяющихся рабочих действий. Примером такого вида монотонного труда являются все поточно-конвейерные линии и многочисленные разновидности станочных, штамповочных и других работ. При такого вида монотонных работах степень выраженности состояния монотонии («моторная» монотония) зависит от таких факторов трудового процесса, как количество однообразно повторяющихся действий в единицу времени, от продолжительности отдельных рабочих операций, степени сложности выполняемых операций, принудительного темпа работы и др. При этом чем меньше количество элементов в рабочем цикле и чем короче время их выполнения, тем монотоннее труд.
2. Монотонность обстановки, при которой состояние монотонии (сенсорная монотония) возникает в связи с дефицитом поступающей информации, а также при пассивном контроле и наблюдении за ходом технологического процесса. Этот вид монотонности труда характерен для многочисленных разновидностей операторского труда. При этом чем меньше объема информации получает оператор в единицу времени и чем менее она содержательна, а также чем продолжительнее интервалы ожидания информации и меньше число объектов наблюдения, тем скорее развивается состояние монотонии.

Обычно монотонный по внешним признакам труд в производственных условиях сочетается с другими факторами профессиональной деятельности. Одни из них усиливают развитие состояния монотонии (гипокинезия, низкая ответственность, постоянный фоновый шум, недостаточная освещенность рабочих мест и т.д.), другие — препятствуют развитию этого состояния (физическая тяжесть, нервная напряженность труда, высокая степень ответственности, сложность перерабатываемой информации и др.).

Влияние монотонного труда на организм работающего весьма сложно и многообразно. Психофизиологические реакции человека на монотонную работу практически одинаковы при обоих видах монотонной деятельности (моторной и сенсорной). Как монотонность обстановки, так и монотонность действия вызывает однонаправленное снижение уровня показателей сердечно-сосудистой системы и высшей нервной деятельности, обусловленное уменьшением активирующего влияния ретикулярной формации на кору больших полушарий головного мозга.

Монотонный труд вызывает, прежде всего, изменения в функциональном состоянии центральной нервной системы, что проявляется в удлинении латентного периода простой и сложной зрительно-моторной реакции, замедлении способности к переключению внимания, снижению подвижности основных нервных процессов и др. Снижение функционального уровня ЦНС происходит на всех ее уровнях: от коркового до спинального. Подтверждением этому служат данные электроэнцефалограммы, полученные во время выполнения монотонной работы. При этом выявлено параллельное нарастание суммарной энергии тета- и альфа-ритмов в большей степени в правом, субдоминантном, полушарии головного мозга. Одновременное увеличение тета- и альфа-активности можно считать одним из проявлений нейрофизиологического механизма усиления напряжения, необходимого для преодоления состояния сонливости, развивающегося при монотонной работе. Наряду с изменениями в центральной нервной системе на корковом уровне, при монотонной работе обнаруживается снижение возбудимости спинальных моторных центров, начиная с 30 мин работы и до конца ее выполнения. Это связано с уменьшением супраспинальных нисходящих влияний из коры головного мозга и ретикулярной формации на спинальные центры. Таким образом, при выполнении монотонной работы у человека возникает своеобразный нейрофизиологический конфликт. С одной стороны, скучная однообразная работа, которая приводит к прогрессивному снижению активности различных

структур ЦНС. С другой стороны — работу необходимо выполнять без ущерба для количества и качества продукции. Все это усиливает нервное напряжение, обусловленное необходимостью волевого поддержания бодрствования и работоспособности на определенном уровне.

Помимо изменений в ЦНС монотонная работа приводит к изменению и со стороны различных вегетативных функций. Во время такой работы достоверно снижается частота сердечных сокращений (на 25–30%), артериальное давление, в основном систолическое (на 5–10%), и увеличивается величина коэффициента вариации сердечного ритма, т.е. монотонная работа приводит к существенному снижению тонической активности симпатического и к повышению активности парасимпатического отделов вегетативной нервной системы. Однако монотонная работа, осложненная нервным напряжением, возникающим при высокой степени ответственности (с элементами риска для собственной жизни — машинисты метрополитена, диспетчеры и операторы газокompрессорных и химических пультов управления и др.), или работой на конвейере в быстром темпе (2–6 с), приводит к изменениям физиологических функций, глубина и выраженность которых тем больше, чем больше нервное напряжение и степень ответственности за выполняемую работу.

Сравнительный анализ двух видов монотонной деятельности свидетельствует о том, что при выполнении монотонной работы, не осложненной нервным напряжением, основные изменения отмечаются в функциональном состоянии ЦНС, в то время как при такой же работе, осложненной нервным напряжением, функции ЦНС остаются относительно устойчивыми на протяжении смены, а основные изменения отмечаются в состоянии сердечно-сосудистой системы. У лиц при монотонной работе, осложненной нервным напряжением, систолическое артериальное давление достигает величины 150 мм рт.ст. и частота сердечных сокращений превышает 90 в минуту, в то время как показатели латентного периода зрительно-моторной реакции, концентрация внимания и объем оперативной памяти, т.е. основные рабочие функции, остаются стабильными на протяжении смены.

Наряду с изменением физиологических функций при монотонной работе часто отмечаются изменения, характеризующие психологический статус работающих, их субъективные ощущения и переживания, к которым относятся скука, сонливость, неудовлетворенность работой и др. Однако степень проявления этих ощущений зависит от индивидуальной переносимости фактора монотонности.

В одних и тех же условиях не все люди одинаково устойчивы к влиянию этого фактора — среди них существуют монофилы и монофобы. Для монофилов, отличающихся большей устойчивостью к монотонности, характерен определенный типологический комплекс: это слабый тип нервной системы относительно процесса возбуждения, низкая тревожность, инертность нервных процессов, замкнутость характера (в большинстве люди, легко переносящие монотонность, являются интровертами).

Состояние монотонии может переходить в состояние «психического пресыщения», которое характеризуется отвращением к однообразной деятельности, раздражительностью, эмоциональной неустойчивостью, развитием невротических и сосудистых нарушений. Фактор монотонности в сочетании со сниженным уровнем двигательной активности может вызывать ослабление защитных свойств организма, что приводит к росту общей заболеваемости работающих. Монотонность, как вредный производственный фактор, изменяет ее структуру: увеличивается частота невротических и психосоматических расстройств, процент которых нарастает с увеличением стажа работы. При стаже работы с монотонным характером труда 10–15 лет и более число случаев нетрудоспособности по отдельным формам болезней увеличивается в 3–9,8 раза. Различия в числе случаев заболеваемости с временной утратой трудоспособности обусловлены также степенью монотонности труда.

Формирующееся в процессе монотонной работы состояние монотонии — своеобразная форма нервно-психического напряжения, которое в дальнейшем проявляется в различных нарушениях здоровья работающих.

Борьба с монотонией включает широкий круг мероприятий, направленных на снижение ее отрицательных последствий для здоровья и работоспособности человека. Разрабатываемые мероприятия должны быть направлены:

- на повышение уровня активности ЦНС и увеличение мотивации данного вида труда;
- обеспечение оптимальной информационной и двигательной нагрузки;
- устранение объективных факторов монотонного труда.

Среди мероприятий, направленных на профилактику отрицательного влияния монотонии на организм работающих, особое значение имеют: автоматизация однообразного ручного труда, оптимизация содержания трудовой деятельности, темпа и ритма работы, совмещение

профессий и чередование операций, внедрение рациональных режимов труда и отдыха с введением 5-минутных регламентированных перерывов через каждый час работы, рациональная организация рабочего места, введение в режим рабочего дня комплексов производственной гимнастики, функциональная музыка, отдых в специальных комнатах психологической разгрузки.

Контрольные вопросы и задания

1. Чем динамическая работа отличается от статической?
2. Какие виды статической работы вы знаете?
3. Какие виды динамической работы вы знаете?
4. Нарисуйте график потребления кислорода при динамической работе средней тяжести и тяжелой. Объясните его.
5. Нарисуйте график потребления кислорода при статической работе. Объясните его.
6. Что такое утомление?
7. Что такое переутомление?
8. Что такое регламентированные перерывы в течение рабочей смены?
9. Какие показатели относят к критериям тяжести труда?
10. Какие показатели относят к критериям напряженности труда?
11. Перечислите основные формы умственного труда.
12. Каковы основные условия, определяющие выбор рабочей позы?
13. Дайте определение научной организации труда.