

Вопросы эргономики в отделениях лучевой диагностики

И.Н. Гупп

Поликлиника ОАО «Газпром»;
Московский государственный медико-стоматологический университет

Эргономика – научная дисциплина, комплексно изучающая производственную деятельность человека и ставящая целью её оптимизацию.

Технический прогресс приводит к тому, что различным специалистам лечебно-профилактических учреждений приходится сталкиваться с ранее неиспользуемыми в практике областями знаний. Относительно недавно компьютерная грамотность и основные понятия об экономической эффективности существовали за рамками лечебно-диагностических отделений. Та скорость, с которой ситуация кардинально изменилась, позволяет с уверенностью говорить, что и в будущем специалистам медицинских учреждений придется открывать для себя новые дисциплины, лежащие сегодня за пределами их внимания.

Научная основа оптимизации диагностического процесса находится в ведении эргономики. Однако нельзя считать, что вопросы эргономики являются актуальными лишь для оборудованных по последнему слову техники подразделений лучевой диагностики. Доступность применения эргономичных решений можно продемонстрировать на примере учета циркадных ритмов персонала радиологических кабинетов при планировании их графика работы. При этом загруженность подразделений в целом может учитывать тот факт, что эффективность зрительного восприятия у большинства людей снижена в утренние часы и достигает максимума ближе к вечеру. В свою очередь, расписание приема пациентов должно подразумевать как можно большее количество небольших перерывов в работе персонала.

В настоящее время существенное увеличение доли цифрового оборудования в отделениях лучевой диагностики означает, что пер-

сонал радиологических отделений все чаще использует компьютерное обеспечение в своей ежедневной работе. Документооборот в цифровой форме для многих отделов лучевой диагностики переходит в разряд реальности или перспективы ближайшего будущего. В дополнение к этому современные телемедицинские технологии делают практически невозможным для врача отдохнуть от экрана монитора даже дома. (Во многих зарубежных клиниках внедрены и успешно практикуются диагностические алгоритмы, в которых дежурный врач лучевой диагностики проводит описание результатов исследования или удостоверяет качество полученных снимков, находясь за пределами лечебно-профилактического учреждения.) Компьютеры также широко используются медицинским персоналом для поиска необходимой информации в интернете, для электронной переписки, связи с коллегами, подготовки к лекциям и презентаций.

Однако при резком увеличении времени, которое специалисты проводят, работая на компьютере, не остается сомнения в том, что большое внимание должно уделяться вопросам оптимизации использования дисплеев во избежание напряжения и усталости глаз, а также потенциальных нарушений зрения. Данная проблема приобретает особую важность, если принимать во внимание тот факт, что усталость глаз и умственное напряжение могут являться причинами диагностических ошибок. Формальное выполнение существующих на сегодняшний день документов по охране и безопасности труда не способно удовлетворять

современным требованием эргономики рабочих мест.

В данной статье представлены решения, призванные минимизировать негативные последствия интенсивного использования компьютеров специалистами лучевой диагностики на глаза и опорно-двигательный аппарат. Основной целью применения на практике основных понятий об эргономике является оптимизация диагностического процесса.

Эргономические и оптометрические факторы

Современная организация информационного обеспечения отделений лучевой диагностики подразумевает постоянное взаимодействие персонала с ЭВМ, оборудованными дисплеями.

Несмотря на ранее имевшее место беспокойство, многочисленные исследования доказали, что излучение дисплейных терминалов не наносит вреда хрусталику глаза. Тем не менее нельзя оспаривать тот факт, что работа на компьютере является напряжением для зрения и подразумевает длительное нахождение в непосредственной близости с монитором. Специалисты, использующие компьютерные мониторы, чаще жалуются на усталость и раздражение глаз, боль в глазах, повышенную чувствительность к свету.

Было показано, что после продолжительного использования компьютера черные и белые объекты на период до 1 ч кажутся имеющими цветные оттенки. Это является следствием эффекта МакКолла и связано с адаптацией нейронов коры головного мозга, ответственных за цвет и форму. В числе других распространенных жалоб пользователей компьютеров отмечается аккомодационный спазм – кратковременное нарушение рефракции, связанное со спазмом цилиарной мышцы глаза, что является возможной причиной функциональной близорукости.

При организации отделений и кабинетов лучевой диагностики важно уделять должное внимание правильному освещению помещений, где проводятся анализ и описание результатов визуализирующих исследований, а также выбору оптимальной высоты мебели.

Основной задачей при проектировании помещений для работы врачей лучевой диагностики является обеспечение удобства пользователей. При выборе компьютерных столов и стульев для врачей следует заранее рассчи-

тывать расстояние от глаз пользователя до поверхности компьютерного экрана, высоту стола и расположение монитора, уровень освещенности помещения. Важно нужным образом обеспечить должную поддержку для спины при работе за компьютером и правильное расположение кистей рук пользователя при печати на клавиатуре. В настоящее время существует большое количество компаний, занимающихся разработкой и применением эргономических решений “под ключ”. Однако пока в нашей стране случаи запросов обеспечения достойных эргономических решений для лечебно-профилактических учреждений редки и носят единичный характер. Здесь нужно помнить, что правильно выбранная мебель для отделений лучевой диагностики играет немаловажную роль для обеспечения хороших результатов диагностики, преподавательской работы и процесса обучения. Следует помнить, что работа на компьютере является напряжением для тела пользователя.

Расстояние от компьютерного монитора до глаз при печати на клавиатуре должно быть немного больше, чем при чтении. При этом спина пользователя должна опираться на спинку стула. Было показано, что напряжение для глаз при расстоянии в 50 см больше, чем при расстоянии 100 см (при том, что во втором случае размер шрифта был в два раза крупнее). Верхний край монитора не должен быть выше уровня глаз пользователя. В настоящее время рекомендуется, чтобы верхний край монитора располагался на 15–50° ниже уровня глаз. Это в том числе относится и к современным высоким черно-белым дисплеям, используемым для отображения снимков. Такие экраны, например, часто входят в комплектацию диагностических рабочих станций систем архивирования и передачи изображений. При использовании шрифта, в котором размер символа равен 5 мм, расстояние от глаз до поверхности экрана должно находиться в диапазоне от 51 до 75 см. Упрощенно можно считать, что если пользователь без труда видит символы на экране, расстояние не может быть меньше и верхняя часть экрана должна быть чуть дальше от глаз, чем нижняя.

Монитор должен располагаться таким образом, чтобы верхняя граница текста на экране находилась на уровне глаз, так как смотреть немного вниз удобнее при вертикальном отклонении направления взгляда лежащего в пределах между максимальным горизонтальным отклонением и 16° сверху вниз. Слишком

высокое расположение монитора открывает большую поверхность глаза, что приводит к большей скорости испарения слезной жидкости. Это, в свою очередь, вызывает более быстрое утомление глаз и снижение резкости воспринимаемых объектов. Также снижению усталости глаз способствует увеличение частоты вертикальной синхронизации или обновления.

Немаловажным фактором является регулярная очистка мониторов от пыли, так как загрязненная поверхность экрана увеличивает зрительное напряжение. Пользователям, носящим контактные линзы, во избежание высыхания поверхности глаз рекомендуется моргать чаще. Более предпочтительно носить жесткие, нежели мягкие, контактные линзы, так как именно жесткие линзы лучше корректируют астигматизм и могут улучшать циркуляцию слезной жидкости. Персоналу, использующему бифокальные очки, рекомендуется перейти на обычные очки. Жалующимся на мигренеподобные боли после использования компьютерных мониторов рекомендуется использовать поляризованные или затемненные стекла в очках. При увеличении использования компьютеров большое внимание следует уделять проверке зрения специалистов лучевой диагностики в ходе ежегодной диспансеризации. Заслуживает внимания тот факт, что в некоторых странах данные проверки зрения определены законодательно. Департаменты по гигиене труда отвечают за регулярную проверку зрения всего персонала отделений лучевой диагностики и сотрудников, принимаемых на работу, связанную с устройствами визуального отображения информации. Таким образом гарантируется своевременное обнаружение проблем со зрением у персонала, и на основании этих мероприятий принимаются решения о возможности дальнейшего продолжения работы. Однако, к примеру, в Великобритании дисплеи диагностических рабочих станций систем архивирования и передачи диагностических изображений не включены в перечень устройств визуального отображения информации в правилах о здоровья и безопасности на рабочих местах. В результате специалисты лучевой диагностики в большинстве учреждений этой страны недостаточно регулярно проходят проверки зрения. Важно, чтобы при подготовке нормативных документов в нашей стране учитывались все аспекты организации рабочих процессов современных радиологических служб.

В настоящий момент обычные диагностические мониторы высокого разрешения (2000 × 2500 пикселей) имеют яркость в диапазоне от 60 до 70 фут-ламбертов, что приблизительно составляет десятую часть яркости традиционных негатоскопов, которая лежит в диапазоне от 500 до 1000 фут-ламбертов. Доказана важность обеспечения оптимального баланса между яркостью монитора и уровнем фонового освещения помещения. При использовании дисплеев с низким уровнем яркости наблюдались увеличение времени описания результатов исследований, снижение точности протоколов и повышение утомляемости. По уровню восприятия мощность рассеянного света должна равняться яркости монитора. Рабочие станции для просмотра результатов визуализирующих исследований должны быть расположены вдали от окон и верхних источников света. Яркость символов должна в 3 раза превышать яркость фона или, что то же самое, быть в 3 раза ярче рассеянного света в помещении. Также полезным может быть использование специальных защитных экранов для снижения бликов на экране монитора, что бывает особенно актуально для старых моделей дисплеев. Для обеспечения непрямого и безбликового освещения должны использоваться подходящие настенные или потолочные лампы с доступными для каждого рентгенолога выключателями и устройствами регулировки уровня освещенности. Для контроля освещенности с улицы в наличии должны быть жалюзи и специализированные экраны. Именно с позиций минимизации бликов более предпочтительным является оборудование медицинских рабочих станций большим количеством, пусть и меньших по диагонали экранов, мониторов. Такой подход позволит располагать дисплеи по дуге вокруг пользователя. Дополнительно при сравнении с использованием меньшего количества больших мониторов снижается зрительное напряжение, возникающее при переводе взгляда от одного экрана к другому.

Было доказано, что по сравнению с ЭЛТ-мониторами использование ЖК-дисплеев позволяет более чем на 20% сократить время обнаружения интересующих объектов. ЖК-дисплеи существенно снижают зрительное напряжение, особенно у специалистов в возрасте старше 40 лет. Кроме того, ЖК-мониторы по крайней мере на 20% более компактны и потребляют меньше энергии.

При использовании направлений в бумажной форме необходимо обеспечение должного

освещения рабочего стола. При этом свет не должен мешать работе рентгенолога. Одним из решений этой задачи является внедрение в эксплуатацию полностью электронной карты пациента.

Зачастую даже наряду с внедрением полностью цифрового информационного обеспечения в практику работы отделения лучевой диагностики остается необходимость в традиционных негатоскопах. Опыт показывает, что полностью избавиться от снимков на пленках вряд ли удастся даже через 5 лет после организации полностью электронного документооборота в лечебно-профилактическом учреждении. Поэтому рядом с рабочими станциями в современных радиологических подразделениях следует располагать негатоскопы. В том случае, если освещение оптимально, врач может обращаться от снимка в цифровой форме к пленке и обратно, при этом не напрягая глаза.

Эргономика и связанные проблемы опорно-двигательного аппарата

Слишком высокое или низкое расположение мониторов, неправильно отрегулированные по высоте стулья могут быть причинами проблем в шее и спине. Радиологам, работающим с системами архивирования и передачи изображений, часто приходится поворачивать голову и изгибать шею для того, чтобы посмотреть документы: наклонять голову при наборе текста на клавиатуре и поднимать для просмотра снимков на неправильно расположенном мониторе. Все это создает высокое напряжение мышц шеи из-за того, что они постоянно балансируют положение головы во время этих сложных, повторяющихся движений.

Очень важно, чтобы высота стола регулировалась под рост пользователя. Она должна быть такой, чтобы, когда пальцы расположены на среднем ряде клавиш клавиатуры, кисти и предплечья находились в горизонтальном положении. При этом локти должны находиться строго вертикально под плечами на подходящих подлокотниках, запястья ни под каким видом не должны быть расположены под углом. Клавиатура должна располагаться прямо перед пользователем, строго параллельно краю стола. Крайне предпочтительными являются все более распространенные эргономические компьютерные столы с регулируемыми поверхностями для установки монитора и клавиатуры. Специалист, работающий с диагностическими снимками в электронной форме, должен си-

деть прямо. При этом угол и высота спинки стула, а также вынос подушки сидения должны быть отрегулированы таким образом, чтобы обеспечивать максимальную поддержку для нижних отделов позвоночника. Важно, чтобы в течение всего рабочего дня, положение способствовало снятию напряжения с мышц спины. При установке высоких столов рекомендуется использовать опоры для ног. Полезными могут быть держатели для документов, на которых в процессе работы закрепляются бумажные направления и протоколы предыдущих исследований.

При организации работы специалистов лучевой диагностики следует уделять должное внимание алгоритмам предварительной обработки изображений, организации папок с данными исследований пациента и последовательного отображения снимков. Число манипуляций, производимых радиологом для выполнения перечисленных действий, должно быть минимизировано. Время, которое специалист лучевой диагностики проводит, смотря на пиктограммы и панели с кнопками доступа к инструментам, может в сумме достигать 70%, увеличивая таким образом продолжительность процесса описания результатов. Работа врача может также замедляться за счет времени, требуемого на извлечение изображений предшествующих исследований. В сфере совершенствования медицинских рабочих станций в настоящее время проводится большое количество исследований, посвященных использованию цветных мониторов высокого разрешения, автоматическому извлечению данных проведенных ранее исследований и пользовательским интерфейсам с голосовым управлением.

Для обеспечения высокоэффективного диагностического процесса радиологи должны иметь удобный доступ не только к медицинским рабочим станциям, но и к компьютерам радиологической информационной системы, модулям для описания диагностических изображений, средствам для работы в интранете и интернете, не считая телефонных аппаратов и внутрибольничных систем пейджинга. Такой подход требует либо интегрирования всех перечисленных функций в одной многозадачной рабочей станции, либо эргономического расположения нескольких устройств.

Перечисленные аспекты должны учитываться при формировании заказов на закупку мебели и рабочих станций, особенно в случае организации отделений лучевой диагностики с нуля.

Поддержание температуры в помещениях

Работающие системные блоки и мониторы рабочих станций повышают температуру в помещениях. Кроме того, снижается влажность, и воздух становится сухим. Для людей, занятых сидячей работой, наиболее комфортной является температура помещения в диапазоне от 20 до 24° С при относительной влажности от 40 до 60%. Однако такие идеальные условия обеспечиваются крайне редко, особенно в помещениях с несколькими работающими станциями.

Зачастую комнаты, где ранее описывались снимки на пленках, трансформируются в беспленочные и при этом без каких-либо изменений систем кондиционирования. Такой подход приводит к повышению температуры и недостаточной вентиляции в помещениях. В результате повышается утомляемость персонала, а эффективность работы снижается, увеличивается количество ошибок, а специалистам требуются более длительные перерывы. Работа компьютерного оборудования в более высоких температурных режимах приводит к укорочению периода эксплуатации дисплеев и других устройств. При проектировании помещений отдела лучевой диагностики, в которых будут проводиться описания результатов, следует учитывать дополнительные мощности системы кондиционирования. По возможности каждое рабочее место специалиста должно быть оборудовано регуляторами уровня вентиляции и температуры.

Вопросы акустической зашумленности помещений

Рабочая обстановка в отделении подразумевает отсутствие отвлекающих звуков и шумов. Эффективность работы любого специалиста при анализе медицинских данных о пациенте и описании результатов исследования может снижаться при акустической зашумленности помещения. С увеличением количества отвлекающих факторов, в число которых входит шум, растет количество диагностических ошибок.

Кроме этого, недавнее внедрение в практику работы отделений лучевой диагностики систем распознавания голоса (речевого ввода текста) и цифровых решений для диктования протоколов исследований также показало важность оптимизации звуковой эргономики. При проектировании необходимо заранее

учитывать и продумывать звуковой комфорт для специалистов. Во внимание следует принимать как внешние шумы (уличный шум, сирены, самолеты и т. п.), так и внутренние (от работы диагностического и технического оборудования, фоновый – в помещении от телефонов, от диктующих протоколы врачей и т. д.). Все вышеперечисленное может увеличивать количество ошибок при автоматическом распознавании речи или обычной печати надиктованных протоколов. Решением может быть использование акустических демпфирующих материалов, к примеру толстых ковров и звукопоглощающих панелей в тех помещениях, где протоколы исследований записываются в звуковом виде. Хороших результатов позволяет добиваться использование микрофонов с интегрированной функцией шумоподавления. Одновременное использование микрофона и мыши рабочей станции требует напряжения и должно подразумевать использование обеих рук либо подразумевает применение микрофонных гарнитур. Следует отметить, что в то время как использование систем речевого ввода текста и диктования протоколов помогает добиваться ускорения момента доступности готового протокола для пациентов и направляющих их на исследование врачей, сами специалисты лучевой диагностики не всегда ощущают выгоду от их использования.

Опыт применения эргономичных решений в организации отделений лучевой диагностики

Было доказано, что скорость описания результатов КТ-исследования на рабочей станции повышается при увеличении размера экрана для отображения данных и снижении времени доставки изображений для просмотра. При этом скорость формирования протокола по данным компьютерной томографии, представленным в цифровой форме, была значительно выше, чем при описании снимков на негатоскопе. В частности, исследование, проведенное Reiner и соавт., включало в себя сравнение времени до вывода изображений на устройство просмотра, затрачиваемого на интерпретацию снимков, диктовку или набор описаний данных компьютерной томографии при использовании обычных пленок на негатоскопах, с таковым при использовании специализированных медицинских станций с четырьмя мониторами высокого разрешения.

Результаты проведенной работы показали, что переход на беспленочную основу функционирования позволяет потенциально повышать эффективность работы рентгенологов, снижать время до момента подписания протокола исследования. Также проводились исследования по сравнению относительной точности описаний КТ-исследований при использовании пленочной и беспленочной технологий. Было доказано, что описание данных на рабочей компьютерной станции обеспечивает статистически достоверное улучшение комплексно оцениваемых параметров чувствительности, специфичности и общей точности КТ-диагностики при исследованиях грудной клетки, головного мозга и брюшной полости.

Проведенные исследования показывают, что средства, потраченные на решения и продуманные с точки зрения эргономики, приводят к повышению эффективности и точности диагностического процесса. Правильно организованное отделение службы лучевой диагностики, функционирующее на основе беспленочных технологий, заслуженно может являться предметом гордости любого лечебно-профилактического учреждения. Следовательно, вопрос создания такого отделения может и должен являться приоритетным при планировании модернизации медицинского заведения.

Заключение

Практическое применение современных достижений эргономики позволяет делать рабочие места врачей и среднего медицинского персонала в отделениях лучевой диагностики, функционирующих на основе беспленочных технологий, удобными, при этом одновременно снижать напряжение глаз при работе, повышать эффективность работы специалистов и, что самое главное, добиваться снижения количества ошибок в протоколах исследований.

Выводы

- При организации отдела службы лучевой диагностики, работающей с системами архивирования и передачи изображений в цифровой форме, крайне важно принимать во внимание и учитывать факторы эргономики и оптометрии.
- Для снижения зрительного и мышечного напряжения необходимо оптимизировать рас-

положение компьютерных мониторов, стульев и настольных компонентов.

- Усталость глаз может приводить к большому количеству ошибок при описании данных исследований. Следует принимать все возможные меры по организации работы специалистов с максимально возможным количеством перерывов.

- Необходимо регулярно проводить проверку зрения врачей-рентгенологов.

- Практически любые по объему инвестиции в эргономичные компьютерные станции, работающие в системе архивирования и передачи медицинских диагностических изображений, могут быть оправданы с позиций эргономики.

- Удобство пользовательского интерфейса терминалов САПИ и используемого программного обеспечения является залогом положительного восприятия информационных систем персоналом и, кроме того, повышает эффективность функционирования диагностических подразделений и точность процесса диагностики.

Список литературы

1. *Bryan S., Weatherburn G., Roddie M. et al.* Radiology report times: impact of picture archiving and communication systems // *AJR Am. J. Roentgenol.* 1998. V. 170. P. 1153–1159.
2. *Burgess-Limerick R., Plooy A., Ankrum D.R.* The effect of imposed and self-selected computer monitor height on posture and gaze angle // *Clin. Biomech (Bristol, Avon).* 1998. V. 13. P. 584–592.
3. *Display screen equipment work – Guidance on Regulations – 10th Impression Health and Safety Executive (HSE) Publications,* 1997.
4. *Hayt D.B., Alexander S.* The pros and cons of implementing PACS and speech recognition systems // *J. Digit. Imaging.* 2001. V. 14. P. 149–57.
5. *Hedge A.* Economic impact of ergonomics resulting from minimizing musculoskeletal injuries and enhancing productivity/ PACS-2007 Syllabus. 2007. P. 117–123.
6. *Horii S.C.* Electronic imaging workstations: ergonomic issues and the user interface // *Radiographics.* 1992. V. 12. P. 773–787.
7. *Lam D.S., Cheuk W., Leung AT. et al.* Eye care when using video display terminals // *Hong Kong Med. J.* 1999. V. 5. P. 255–257.
8. *Marriott I.A., Stuchly M.A.* Health aspects of work with visual display terminals // *J. Occup. Med.* 1986. V. 28. P. 833–848.
9. *McCullough C.* Color adaptation of edge-detectors in the human visual system // *Science.* 1965. V. 149. P. 1115–1116.
10. *Ong C.N.* Musculoskeletal disorders in operators of visual display terminals // *World Health Forum.* 1994. V. 15. P. 161–164.

