

Хантер Хоффман

ЦЕЛИТЕЛЬНАЯ ВИРТУАЛЬНАЯ реальность

Виртуальные
компьютерные
миры
помогают
людям
превозмогать
мучительную
боль и
преодолевать
навязчивые
страхи.

Виртуальные компьютерные миры помогают людям превозмогать мучительную боль и преодолевать навязчивые страхи.

Герои фантастического фильма «Матрица» совершают свои подвиги в виртуальном мире. Не покидая кресел, они сражаются со злодеями, уворачиваются от пуль и носятся на мотоциклах по лабиринтам, хитроумно сконструированным компьютерными программами. Главная особенность виртуальной реальности – создание иллюзии пребывания в каком-то ином пространстве – может принести огромную пользу медицине. Ученые начинают понимать, что лучшее применение виртуальной реальности – не развлечения, а терапия.

Можно ли с помощью виртуальной реальности облегчить страдания людей, получивших тяжелые ожоги и испытывающих невыносимую боль? Поиску ответа на этот вопрос и посвящена наша многолетняя совместная работа со специалистом по боли из Медицинской школы Вашингтонского университета Дэвидом Паттерсоном (David R. Patterson). Полученные результаты оказались настолько обнадеживающими, что в нескольких

американских клиниках уже ведется подготовка к использованию виртуальной реальности в качестве обезболивающего средства. В другой серии исследований мы используем аналогичные компьютерные программы для устранения иррационального навязчивого страха пауков у фобических пациентов и лечения посттравматического стрессового расстройства (ПТСР) у жертв террористических актов.

Мир паука и Мир снега

Пожалуй, наибольшие мучения приносят тяжелые ожоги. Пережив ужасные страдания непосредственно после травмы, пациенты ожоговых отделений должны еще выдержать длительный и не менее мучительный процесс лечения и выздоровления. Ежедневная обработка ран, их промывание и удаление отмерших тканей для предотвращения инфекции может причинять человеку такую страшную боль, что унять ее не способны даже высокие дозы опиоидов. Для того чтобы заживающая кожа сохранила свою эластичность, а расположенные под ней мышцы не атрофировались, ее нужно регулярно растягивать. Во время ▶

этой процедуры большинство пациентов (особенно дети) предпочитают думать о каких-нибудь посторонних предметах. А нельзя ли отвлечь их внимание от болевых ощущений с помощью многочисленных компьютерных программ? Об этом мы с Паттерсоном, а также с коллегами из Медицинской школы Вашингтонского университета задумались в 1996 г., когда работали в Ожоговом центре Харборвью в Сиэтле.

В центр поступили два мальчика-подростка, получивших тяжелые ожоги в результате возгорания бензина. У одного был ожог ноги, у другого была поражена треть поверхности тела – лицо, шея, спина, руки и ноги. Обоим больным была произведена операция по пересадке кожи и установлены скобки для фиксации трансплантатов. Мы начали наблюдать детей, когда у них были удалены фиксирующие скобки. Перед этой процедурой оба пациента получали обычную терапевтическую дозу опиатов. Кроме того, каждый из них проводил часть времени за компьютером, погрузившись в виртуальную реальность, и столько же времени за популярной видеоигрой *Nintendo (Wave Race 64, гонки на реактивных лыжах, либо Mario Kart, автогонки)*. Программа виртуальной реально-

сти *SpiderWorld* («Мир паука») первоначально была разработана как средство для лечения людей с навязчивым непреодолимым страхом пауков. Надев на голову шлем со встроенным стереоскопическим дисплеем, на котором появлялись трехмерные компьютерные графические изображения, пациенты получали полную иллюзию пребывания на кухне с окном и мебелью с многочисленными горизонтальными плоскостями и выдвижными ящиками. На кухне сидел тарантул; эффект присутствия усиливал игрушечный паук, подвешенный на нитке над постелью пациента, который мог дотронуться до него рукой.

По рассказам подростков, видеоигры *Nintendo* не могли отвлечь их от боли во время процедур, а погружение в виртуальный «Мир паука» значительно облегчало страдания. После каждого терапевтического сеанса пациенты оценивали интенсивность боли по шкале от 0 до 100 баллов. Игра *Nintendo* способна надолго поглотить внимание здорового человека, но погружение в двухмерный мир видеоигры оказывается гораздо менее глубоким, чем в трехмерную виртуальную реальность. Этот вывод подтверждают и результаты исследования 12 пациентов, проведенно-

го в Ожоговом центре Харборвью: интенсивность болей у пациентов, использовавших традиционные средства облегчения боли (только опиоиды), была в два раза выше, чем в случае погружения в виртуальный «Мир паука».

Стремясь повысить эффективность «виртуальной терапии», наша исследовательская группа создала специальную программу «Мир снега» (*SnowWorld*), призванную облегчить страдания ожоговых пациентов. Разработанная при поддержке одного из основателей компании *Microsoft* Пола Аллена (Paul G. Allen), и Национального института здравоохранения, она создает иллюзию полета через запорошенный снегом каньон, по дну которого протекает замерзающая речка и бурлит водопад, а в воздухе над ним кружат снежинки. Поскольку многие пациенты жалуются на то, что во время лечебных процедур они испытывают такие же сильные мучения, как и сразу после травматизации, мы надеялись, что снег и лед хотя бы немного успокоят их опаленную пламенем кожу. Когда больной парит над виртуальным каньоном, он может кидаться снежками в снеговиков, эскимосские хижины, роботов и пингвинов, стоящих на узкой кромке льда или плывущих по реке. Если снежок поражает цель, фигуры исчезают в облаке снежной пыли, пингвины с криканьем переворачиваются вверх тормашками, а роботы превращаются в груды железа.

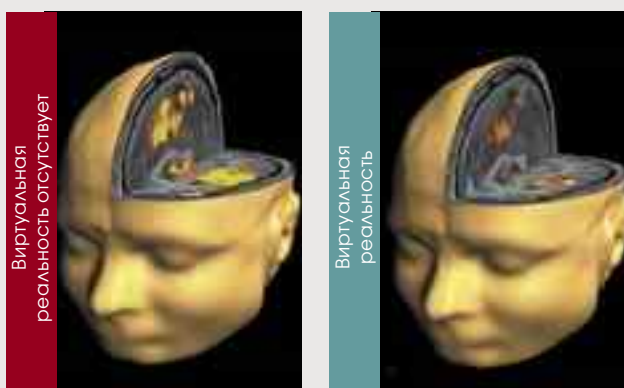
Дальнейшие работы выявили, что лечение виртуальной реальностью благотворно воздействует не только на состояние ожоговых пациентов. Мы обследовали 22 здоровых добровольца, которым на 10 минут на руку помещалась манжета для измерения кровяного давления. Каждые две минуты испытуемые должны были оценивать вызываемую ею боль; как и ожидалось, с течением времени болевые ощущения усиливались. Но в течение

ОБЗОР

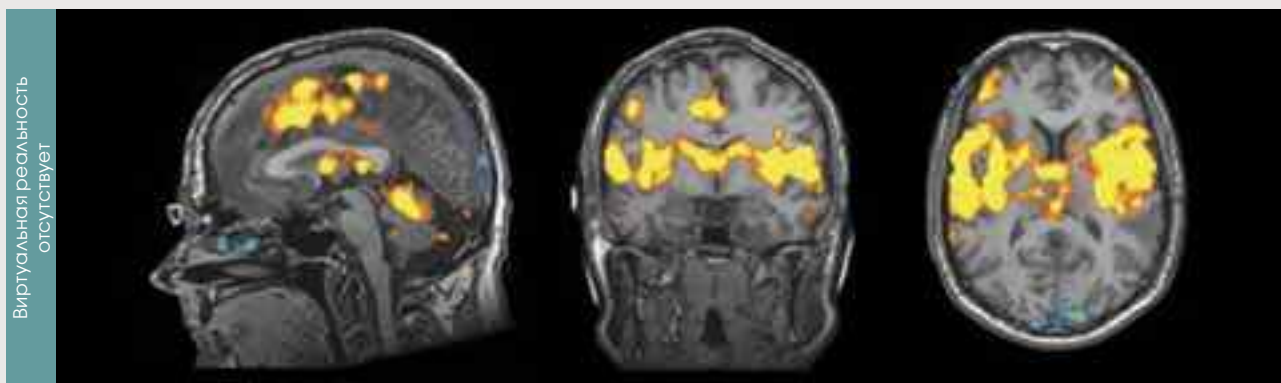
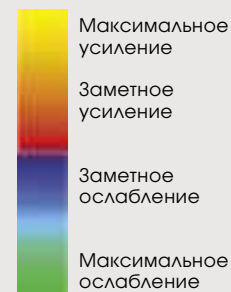
ВИРТУАЛЬНО-РЕАЛЬНАЯ ТЕРАПИЯ

- Один из наиболее эффективных способов облегчения боли – отвлечение внимания. Виртуальная реальность переносит человека в трехмерное пространство, а потому как нельзя лучше помогает больным вытерпеть боль.
- Программы виртуальной реальности во время обработки ран у ожоговых пациентов значительно ослабляют боль. Изображения, полученные с помощью функциональной магнито-резонансной томографии, показывают, что виртуальная реальность вызывает снижение уровня активности головного мозга, связанной с болью.
- Кроме того, эти программы помогают фобическим пациентам преодолеть страх пауков, высоты, воздушных перелетов или публичных выступлений. Разработана методика лечения посттравматического стрессового расстройства у выживших жертв террористического акта 11 сентября 2001 г.

Когда здоровых испытуемых подвергали болевой стимуляции, изображения, полученные с помощью функциональной магнитно-резонансной томографии, показывали сильное увеличение активности в нескольких отделах мозга, связанных с восприятием боли (справа и вверху, ближние снимки). Но если в это время пациенты пребывали в виртуальной реальности, болевая активность мозга была невысока (справа и внизу, дальние снимки).



Изменения мозговой активности в ответ на боль



двух последних минут процедуры каждому испытуемому предлагалось на короткое время погрузиться в «Мир паука» или «Мир шоколада» (*ChocolateWorld*). (Пользователь последней программы видит виртуальную плитку шоколада, соединенную через позиционный датчик с реальной шоколадкой; откусывая кусочек настоящей конфеты, он видит, как исчезает и соответствующая часть

виртуальной сладости.) По словам испытуемых, во время погружения в виртуальную реальность их болевые ощущения значительно ослабевали.

Более того, мы обнаружили, что качество компьютерных систем напрямую связано со степенью облегчения боли. В одном из исследований каждый из 39 здоровых добровольцев в течение 30 секунд

подвергался воздействию теплового болевого раздражителя. В это время 20 из них погружались в интерактивную версию «Мира снега», имея на голове высококачественный шлем виртуальной реальности, наушники для прослушивания звуковых эффектов и датчик, отслеживающий положение головы. Остальные 19 испытуемых, получившие низкокачественный ▶



Программа виртуальной реальности, воссоздающая взрыв автобуса, предназначена для лечения посттравматического стресса у выживших жертв терактов в Израиле и Испании. Постепенно приучая пациентов к реалистичным образам и звукам, характерным для этой ситуации, программа помогает им осознать, пережить и в конце концов преодолеть мучительные эмоции, связанные с реальным событием.

шлем без позиционного датчика, не могли слышать звуки и швыряться снежками по иллюзорным целям. Была выявлена значительная положительная корреляция между силой иллюзии (т.е. убежденностью испытуемых в том, что они действительно пребывают в виртуальном мире) и ослаблением болевых ощущений.

Боль и головной мозг

В описанных выше исследованиях учитывалась только субъективная оценка боли пациентов. Для более строгой проверки предположения об обезболивающем действии виртуальной реальности я вместе с коллегами из Вашингтонского университета – Тоддом Ричардсом (Todd L. Richards), Эриком Биллсом (Eric R. Bills), Барбарой Кода (Barbara A. Coda) и Сэмом Шарар (Sam Sharar) – решил исследовать активность головного мозга, связанную с болью, методом функциональной магнито-резонансной томографии (ФМРТ). Мы провели сканирование мозга здоровых испытуемых, подвергшихся короткой болевой стимуляции посредством прикрепленного к ступне электронагревательного элемента. Когда на пациентов воздействовали тепловые стимулы без применения виртуальной реальности, они сообщали, что чувствуют сильную боль и большую часть времени думают о ней. Как и следовало ожидать, с помощью ФМРТ было выявлено значительное усиление активности в пяти структурах головного мозга, связанных с восприятием боли: островке, таламусе, первичной и вторичной соматосенсорной коре и в чувствительной зоне поясной коры (см. иллюстрацию на стр. 39).

В ходе исследования мы создали виртуальные очки и волоконно-оптический шлем из немагнитных непроводящих материалов, на который не влияли мощные магнитные поля внутри системы

ФМРТ. С помощью этих приборов мы обнаружили, что когда при воздействии теплового стимула испытуемые погружались в «Мир снега», болевая активность в мозгу значительно снижалась (одновременно уменьшались и показатели субъективной оценки болевых ощущений). Таким образом, полученные результаты показали, что виртуальная реальность изменяет не только восприятие людьми болевых сигналов: эти программы снижают уровень болевой активности в головном мозге.

Ученые установили также, что виртуальная реальность способна облегчать страдания пациентов при крайне мучительной урологической процедуре под названием прямая цистоскопия, во время физиотерапевтических процедур после хирургических вмешательств на мышцах и сухожилиях, в ходе стоматологических операций, а также у больных, перенесших инсульт.

Виртуальная реальность против страха

Еще одна область терапевтического использования виртуальной реальности – лечение фобий путем демонстрации пациентам графических изображений объектов, вызывающих у них непреодолимый страх. Этот прием впервые был использован в 1990-х гг. Барбарой Рутбаум (Barbara O. Rothbaum) из Университета Эмори и Ларри Ходжесом (Larry F. Hodges) из Университета Северной Каролины в г. Шарлотт для лечения людей, боящихся высоты, воздушных полетов и публичных выступлений, а также ветеранов Вьетнамской войны с хроническим посттравматическим стрессом. Как и виртуальные программы по борьбе с болью, эта форма терапии способна менять у пациентов привычный ход мыслей, поведение и восприятие информации.

Работая с программами, мы обнаружили, что погружение в вир-

туальную реальность эффективно избавляет пациентов от страха пауков. Наша первая больная с «паукобоязнью» под вымышленным именем мисс Маффит страдала этим тревожным расстройством 20 лет и приобрела за это время ряд форм навязчивого поведения. Чтобы избавиться от пауков, она непрестанно дезинфицировала свой автомобиль и опрыскивала его пестицидами. Каждый вечер она тщательно осматривала спальню на предмет возможного присутствия насекомых, а затем наглухо закрывала окна и заклеивала их липкой лентой. Куда бы ей ни доводилось попасть, она тут же принималась за поиск паукообразных и избегала ходить по дорогам, где они могли бы ей повстречаться. Выстирав одежду, она тут же складывала ее в пластиковый мешок, а затем проверяла еще раз, нет ли в ней пауков. Год от года состояние пациентки ухудшалось. Когда мисс Маффит перестала уже выходить из дома, она поняла, что пора обращаться к специалистам.

Как и другие формы экспозиционной терапии, лечение с помощью виртуальной реальности предполагает постепенное приучение человека, страдающего той или иной фобией, к объектам и ситуациям, вызывающим у него страх. Мало-помалу боязнь исчезает, и пациент успокаивается. На первых терапевтических сеансах он видит, как в виртуальной кухне сидит виртуальный тарантул, и, перемещаясь в трехмерном пространстве с помощью джойстика, старается «подойти» к объекту своих страхов как можно ближе. Его цель – приблизиться к пауку на расстояние вытянутой руки.

На последующих занятиях пациент надевает перчатку, отслеживающую перемещения руки и позволяющую компьютерной программе создать ее изображение (киберруку) в пространстве виртуальной кухни. Больной манипулирует ки-



Страх перед публичными выступлениями можно устранить с помощью программы, разработанной компанией *Virtualy Better*, поставляющей свои разработки психологам и психиатрам. Президент компании выступает перед виртуальной аудиторией, присутствующей на дисплее его виртуального шлема и на компьютерном мониторе.

беррукой, стараясь дотронуться до паука, а тот издает писк и отползает в сторону. Затем пациент виртуальной рукой поднимает лежащую на полу вазу; когда он ее отпускает, сосуд остается висеть в воздухе, но в это время из него выползает виртуальный тарантул. Когда паук падает на пол, раздается звуковой эффект из классического фильма ужасов «Психоз». Пациент выполняет каждое задание до тех пор, пока не перестает испытывать тревогу, и только после этого переходит к следующему этапу. На заключительных терапевтических сеансах его ждет еще одно новшество – тактильная (осязательная) обратная

связь с виртуальной реальностью. Перед ним подвешивается игрушечный паук с электромагнитным позиционным датчиком, благодаря чему больной, дотрагиваясь киберрукой до виртуального насекомого, может чувствовать мохнатое существо.

Всего через 10 сеансов страха мисс Маффит заметно поутихла, а вместе с ними исчезло и неадекватное поведение. Пациентка добилась потрясающих успехов: она смогла (почти не испытывая тревоги) в течение нескольких минут держать на ладони живого паука, который даже заполз ей на плечо. В проведенном позднее ▶

ОБ АВТОРЕ:

Хантер Хоффман (Hunter G. Hoffman) – директор Научно-исследовательского центра виртуальной анальгезии при Вашингтонском университете в г. Сиэтл. Он изучает факторы, усиливающие иллюзию пребывания в виртуальном мире, с целью повышения анальгетической эффективности компьютерных терапевтических программ.

С помощью виртуальной реальности МОЖНО ЛЕЧИТЬ и фобических пациентов, постепенно приучая их к виртуальным прообразам их навязчивых страхов.

исследовании 23 человек с диагнозом «клиническая фобия» значительное ослабление страха пауков отмечалось у 83% пациентов. До лечения эти люди не могли заставить себя подойти к садку с живым тарантулом ближе, чем на три метра. После курса виртуальной терапии они спокойно подходили вплотную к клетке и, не испытывая особой тревоги, дотрагивались до дверцы. Некоторые даже отваживались открывать ее.

Аналогичные компьютерные программы можно использовать и для лечения более серьезных

психических нарушений – посттравматического стрессового расстройства (ПТСР). Симптомы заболевания включают в себя острые воспоминания о травматическом событии, сильные реакции на любые факторы, символизирующие или напоминающие происшествие, замкнутость, эмоциональную глухоту и раздражительность. Это изнурительное состояние отражается на жизни и работе человека и поддается лечению гораздо труднее, чем различные формы фобии. Значительных успехов в лечении ПТСР позволили добиться методы

когнитивно-поведенческой терапии – такие, например, как продолжительная экспозиционная терапия, разработанная психологом из Пенсильванского университета Эдной Фоа (Edna Foa). Ее метод помогает пациентам осознать, пережить и ослабить эмоции, связанные с памятью о травматическом событии. Врач постепенно приучает больного к раздражителям, активирующим такие эмоции, и обучает его управлять нежелательными реакциями.

Сегодня исследователи пытаются выяснить, можно ли с помощью программ виртуальной реальности добиться повышения эффективности лечения больных – особенно таких, которые не поддаются воздействию традиционными способами. Джоан Дайфид (JoAnn Difede) из Корнеллского университета разработала метод виртуально-реальной экспозиционной терапии для молодой женщины, которая во время террористического акта 11 сентября 2001 г. находилась в одном из зданий Всемирного торгового центра и у которой впоследствии развилось ПТСР. Во время лечебных сеансов пациентка надевала шлем виртуальной реальности,



«Мир паука» – программа виртуальной реальности, призванная помочь фобическим пациентам преодолеть страх перед паукообразными. Дисплей, встроенный в шлем виртуальной реальности на голове пациентки, демонстрирует изображения иллюзорного паука (один из кадров этой программы показан на заднем плане). Чтобы обеспечить тактильную обратную связь с виртуальной реальностью, система отслеживает положение игрушечного паука (его держит в руке автор статьи), благодаря чему больная может «дотронуться» до виртуального тарантула.

Перевязочная в Ожоговом центре Харборвью в г. Сиэтл. Программа виртуальной реальности помогает облегчить боль во время обработки раны. Надев на голову шлем виртуальной реальности и зажав в руке джойстик, пациент работает с программой «Мир снега» (см. открывающую полосу), разработанной для облегчения боли. Исследования показывают, что эти программы более эффективно, чем видеоигры, отвлекают внимание пациентов от страданий во время перевязки ран.



позволявший ей видеть и слышать, как над башнями Центра пролетают реактивные самолеты, как они врезаются в здания и взрываются. Хотя состояние больной постепенно улучшилось, чудовищные сцены, показанные ей на заключительных сеансах – выпрыгивающие из горящего здания люди, крики и вой сирен, – по-прежнему вызывали у нее сильную тревогу. Но эти раздражители могут помочь пациентке вспомнить подробности ужасных событий и под руководством терапевта ослабить дискомфорт, связанный с воспоминаниями о случившемся.

Перспективы

Эффективность виртуальной реальности при лечении различных фобий уже доказана десятками исследований и открывает путь к широкому клиническому использованию метода. Вместо того чтобы ложиться на кушетку и тихо беседовать с врачом, сегодня пациенты интерактивно противостоят своим страхам, летая при этом на виртуальных самолетах или выступая перед огромной иллюзорной аудиторией. Компьютерная компания *Virtually Better* уже создала программы для лечения самых разнообразных тревожных расстройств: страха высоты, воздушных пере-

летов и публичных выступлений. Компания поставляет свои разработки психологам и психиатрам за \$400 в месяц и разрешает использовать их в лечебных целях в частной практике. Аналогичные программы предлагает и испанская фирма *PREVI*.

С другой стороны, для того, чтобы выяснить, действительно ли виртуальная реальность способна повышать эффективность лечения ПТСР, требуются дополнительные исследования. Однако ряд ведущих специалистов в этой области мало-помалу начинают осознавать преимущества нового метода. Серьезные клинические испытания необходимы и для оценки эффективности виртуальной анальгезии при лечении ожогов. Наше исследование показало, что программа «Мир снега» совершенно безвредна и не дает никаких побочных эффектов. А поскольку она обычно дополняет традиционное лечение ожоговых больных опиоидами, виртуальная реальность может впоследствии помочь им преодолеть наркотическую зави-

симость и более стойко переносить болезненную обработку ран и физиотерапевтические процедуры, ускоряющие выздоровление. Высококачественные системы обезболивающей виртуальной реальности стоят пока очень дорого, но мы надеемся, что прорыв в области дисплейных технологий приведет в ближайшие годы к их существенному удешевлению. А пациенты, подвергающиеся менее болезненным операциям (например, стоматологическим), могут использовать более дешевые системы.

Иллюзии, создаваемые терапевтическими программами виртуальной реальности, своей причудливостью не идут ни в какое сравнение с фантастическим миром фильма «Матрица». Но и в наши дни они достигли достаточно высокого уровня развития, чтобы помогать людям преодолевать боль, страхи и негативные воспоминания. Не исключено, что в будущем эти программы найдут применение и в других областях медицины. ■