

В.И. Березуцкий**КОМПЬЮТЕРНАЯ МЫШЬ, КЛАВИАТУРА И
СИНДРОМ ЗАПЯСТНОГО КАНАЛА**

ГУ «Днепропетровская медицинская академия МЗ Украины»
кафедра пропедевтики внутренней медицины
ул. В. Вернадского, 9, Днепр, 49000, Украина
SE «Dnipropetrovsk medical academy of Health Ministry of Ukraine»
Department of propaedeutics of internal medicine
V. Vernadsky str., 9, Dnipro, 49044, Ukraine
e-mail: Berezut@ua.fm

Ключевые слова: синдром запястного канала, синдром перенапряжения, профессиональные заболевания, эргономика

Ключові слова: синдром зап'ястного каналу, синдром перенапруги, професійні захворювання, ергономіка

Key words: carpal tunnel syndrome, overstrain syndrome, occupational diseases, ergonomics

Реферат. Комп'ютерна миша, клавіатура і синдром зап'ястного каналу. Березуцький В.І. Стаття присвячена аналізу наукових публікацій останніх років з проблеми синдрому зап'ястного каналу в користувачів комп'ютерів. Для досягнення мети пошук був проведений у наукометричних базах Scopus, WebOfScience і PubMed за 2015-2018 рр. Результати свідчать про те, що багаторазові одноманітні рухи під час користування комп'ютерною мишею та клавіатурою призводять до перенапруження зв'язок кисті і нейропатії середнього нерва майже в 15% професійних користувачів комп'ютерів і геймерів. Рання діагностика можлива при проведенні ультразвукового дослідження зап'ястного каналу й електрофізіологічного дослідження середнього нерва в групах професійного ризику. При тяжкому перебігу синдрому зап'ястного каналу ефективним є лише хірургічне лікування, при формах середньої і легкої тяжкості - фізіотерапевтичні методи. Найбільш ефективною стратегією профілактики є поліпшення ергономіки робочого місця професійних користувачів комп'ютерів, короткі перерви в роботі для відпочинку м'язів кисті, а також різні фізичні вправи для поліпшення циркуляції крові і лімфи в зап'ястному каналі. Популяризація останніх досягнень у діагностиці, лікуванні та профілактиці синдрому зап'ястного каналу в середовищі практикуючих лікарів сприятиме підвищенню ефективності медичної допомоги при цьому захворюванні.

Abstract. Computer mouse, keyboard and carpal tunnel syndrome. Berezutsky V.I. The article aims to analyze scientific publications of recent years on the problem of carpal tunnel syndrome in computer users. To achieve the aim, the search was carried out in the science-based databases Scopus, WebOfScience and PubMed for 2015-2018. The results suggest that repeated movements of the wrist lead to overstrain of the ligaments of the wrist and neuropathy of the median nerve in almost 15% of professional users of computers and gamers. Early diagnosis is possible with ultrasound examination of the carpal tunnel and electrophysiological examination of the median nerve in occupational risk groups. In severe carpal tunnel syndrome, only surgical treatment is effective, and physiotherapy methods for moderate and light forms. The most effective prevention strategy is to improve the ergonomics of the workplace for professional computer users, short breaks in work to relax the muscles of the hand, and various physical exercises to improve the circulation of blood and lymph in the carpal tunnel. The popularization of the latest advances in the diagnosis, treatment and prevention of carpal tunnel syndrome among practitioners will help to increase the effectiveness of medical care in this disease.

Синдромы перенапряжения (overuse syndromes) – одни из самых распространенных патологических состояний, связанных с профессиональной деятельностью. Их патогенез связан с многократным повторением однообразных движений, приводящим к механической перегрузке определенных мышц и сухожилий. Среди всех синдромов перенапряжения особенно высокой актуальностью выделяется синдром запястного канала (СЗК), или карпальный синдром [10]. Причин тому несколько.

Во-первых, СЗК отличается очень высокой и непрерывно растущей распространенностью. Он составляет 90% всех случаев перегруза кисти и фиксируется у 3,6% населения. Если пару десятков лет назад СЗК встречался почти исключительно в профессиональных группах физического труда (включая спортсменов), то в последние годы все больше случаев заболевания связано с перегрузом сухожилий указательного и среднего пальца вследствие интенсивного использования компьютерного манипулятора (ком-

пьютерная мышь) [31]. Длительное напряжение статично переразогнутой в лучезапястном суставе кисти неминуемо ведет к отеку и компрессии проходящего в карпальном канале срединного нерва [45]. Поскольку с каждым годом число профессий, связанных с персональным компьютером, неуклонно увеличивается, то теперь не только программисты и различные IT-инженеры проводят по 10-12 часов в сутки с мышкой в руке, компьютеризировано огромное число профессий. Не следует забывать и о геймерах, число которых может многократно превышать количество профессиональных пользователей компьютера. Геймеры могут проводить за игрой более 12 часов в сутки, совершая до 8 тысяч нажимов на кнопки мыши и клавиатуры в час [7]. Эпидемиологические исследования распространенности СЗК в различных группах населения могли бы внести ясность в вопрос значимости использования ПК для развития СЗК. Специалисты центра экспертизы трудоспособности Хельсинского института профессионального здоровья Финляндии провели метаанализ, основанный на результатах 12 исследований с участием более 10 тысяч пользователей ПК. Поскольку частота возникновения СЗК в изучаемой популяции существенно не отличалась от средних показателей всего населения, исследователи пришли к выводу, что использование компьютерной мыши не является значительным риском. Исследователи сделали очень важную оговорку об ограниченности использования полученных данных в связи с тем, что востребованность и интенсивность использования ПК «непрофессиональными» пользователями сейчас довольно высока [41]. Примерно к таким же выводам пришли ученые из института физиотерапии в Карамседе (Индия), которые при ретроспективном анализе использования ПК у больных СЗК не выявили существенных отличий от контрольной группы и выразили сомнение по поводу значимости нагрузок на кисть при использовании компьютерными манипуляторами для развития заболевания [14]. Однако в рандомизированном контролируемом исследовании (РКИ) учеными из реабилитационного центра клиники Мичиганского университета (США) были учтены все трудности анализа и было доказано, что реальная распространенность СЗК у населения может достигать 5%, а у профессиональных пользователей компьютера – 15% [47].

Во-вторых, СЗК существенно ограничивает трудоспособность профессиональных пользователей компьютеров, способствует развитию депрессивных состояний, снижает качество их

жизни и требует значительных материальных затрат на лечение [5]. У лиц физического труда СЗК приводит к потере временной трудоспособности в течение 32 дней в году в среднем, а нередко и к профессиональной инвалидности [17]. Очень часто эффективное лечение СЗК невозможно без хирургического вмешательства, в США ежегодно проводится более 500000 операций общей стоимостью более 2 млрд долларов [4].

В-третьих, эффективность проводимого лечения во многом зависит от того, насколько грамотно и своевременно был выбран вид необходимого оперативного или консервативного вмешательства. Американские ученые провели в течение 18 месяцев проспективное обсервационное исследование в 30 центрах гигиены труда с участием около 350 больных с СЗК, в котором установили сильную корреляционную связь между исходами и качеством проведенного лечения [38]. Ученые из реабилитационного центра клиники университета Мак-Мастер в Гамильтоне (Канада) также установили, что качество жизни больных с СЗК находится в сильной связи с проводимыми лечебными мероприятиями [24].

Изложенные выше обстоятельства объясняют высокий интерес исследователей к СЗК, следствием чего является большое количество научных публикаций по данному вопросу в последние годы. Анализ последних достижений науки в решении проблем профилактики и лечения СЗК и их популяризация в среде практикующих врачей будут способствовать повышению эффективности диагностики и лечения СЗК. Для решения этого вопроса был проведен анализ научных публикаций последних 5 лет, посвященных карпальному туннельному синдрому у пользователей персональных компьютеров (ПК). Поиск публикаций был проведен в наукометрических базах Scopus, WebOfScience и PubMed, в результате было отобрано 215 публикаций, 50 из которых были непосредственно использованы при написании обзора.

Особенности патогенеза карпального туннельного синдрома у пользователей персональных компьютеров. Как и для всех патологических состояний, связанных с кумулятивной травмой (синдромом перенапряжения), СЗК развивается у пользователей ПК лишь при интенсивном и длительном использовании клавиатурой и компьютерной мышью. Ученые из Гонконгского политехнического университета изучали зависимость между интенсивностью использования различных электронных устройств и состоянием поперечной

запястной связки, кистевого канала и срединного нерва. Ультрасонографическое исследование показало, что уже после 30-минутного интенсивного использования сенсорного экрана регистрируется увеличение диаметра запястной связки и срединного нерва за счет отека. Показатели приходили в норму после получасового отдыха. Кроме того, была установлена сильная корреляция между интенсивностью пользования электронными устройствами и частотой возникновения СЗК. Также было установлено, что у лиц с большим стажем интенсивного пользования электронными устройствами поперечное сечение запястной связки и срединного нерва существенно выше нормальных показателей и достоверно больше, чем у лиц, пользующихся сенсорными экранами и компьютерной мышью менее получаса в день. Диаметр поперечной запястной связки, срединного нерва, степень компрессии последнего имели сильную положительную связь с выраженностью болевого синдрома и нарушением функции кисти [49]. Специалисты из университета Киоши в Токио (Япония) установили, что типизация движений (многократные однотипные движения кистью при наборе компьютерного текста на клавиатуре) в течение 30 минут сопровождалась увеличением поперечного сечения срединного нерва на 15% (по данным ультразвукового исследования) за счет его отека [34]. Не менее опасен перегруз связок запястья и при компьютерных играх. Корейские ученые при помощи магниторезонансной томографии определили негативное влияние четырехчасовой компьютерной игры на сухожилия кисти и запястья [12].

Диагностика карпального туннельного синдрома для пользователей ПК не имеет специфики. Диагноз СЗК основывается на наличии характерных жалоб на боль в запястье при его разгибании (при работе с компьютерной мышью или клавиатурой), нарушении чувствительности в области кисти и предплечья; данных профессионального анамнеза; данных клинического исследования: онемение и парестезии в зоне иннервации срединного нерва, парезы I–III пальцев кисти, гипотрофия мышц тенара. В качестве дополнительных методов используются электронейромиография и ультразвуковое исследование. Ранняя диагностика СЗК (до появления яркой клинической симптоматики) возможна лишь при проведении инструментальных исследований в группах профессионального риска. Ученые из института последипломного медицинского образования имени Джавахарлара

в Пондичерри (Индия) выполнили системный анализ исследований последних 10 лет, посвященных ранней диагностике и профилактике СЗК у профессиональных пользователей компьютера. Исследователи пришли к выводу о целесообразности использования ультразвуковых и электронейромиографических исследований для ранней диагностики повышения давления в запястном канале у пользователей ПК [3].

Фактически ежегодно проводятся исследования, которые направлены на пересмотр диагностической ценности существующих методов выявления СЗК. Неврологи из клиники университета медицинских наук в Бурсе (Турция) провели исследование с участием 348 пациентов, в котором доказали высокую информативность как клинических и неврологических, так и электрофизиологических данных для диагностики СЗК [42]. Неврологи из клиники университета медицинских наук в Тегеране (Иран) изучали информативность трех клинических тестов для диагностики СЗК: манжеточный тест (тест МакМерфи – появление парестезии при сдавлении срединного нерва манжеткой для измерения давления), тест Фалена (боль и парестезии при пассивном сгибании запястья), тест Тинеля (парестезии при постукивании по запястью над карпальным каналом). Манжеточный тест оказался наиболее ценным в диагностике СЗК, он показал чувствительность 80,6%, специфичность 52,9%. Тест Фалена соответственно 59,7% и 35,3%, а тест Тинеля – 65,3% и 47,1% [9].

В поисках наиболее информативного метода диагностики СЗК ежегодно перепроверяются возможности инструментальных методов диагностики СЗК. Неврологи из клиники университета медицинских наук в Мешхеде (Иран) провели кросс-секционное исследование с участием 253 больных с СЗК, в котором сравнивали возможности электронейромиографического тестирования и ультразвукового исследования высокого разрешения (определение площади поперечника срединного нерва при входе в запястный канал). Оба метода продемонстрировали высокую и примерно равноценную диагностическую ценность: специфичность около 90%, положительная прогностическая ценность около 95%, отрицательная прогностическая ценность около 82%. По сравнению с электродиагностическим тестом ультразвуковая графия обладает определенными преимуществами, поскольку дает важную для выбора варианта лечения информацию об анатомических изменениях в запястном канале [28]. В то

же время специалисты из центра ортопедической хирургии медицинского университета Томаса Джефферсона в Филадельфии (США) сравнивали соответствие выраженности электромиографических нарушений и функциональной недостаточности кисти у пациентов с СЗК. Поскольку было установлено отсутствие выраженной корреляции, исследователи пришли к выводу о необходимости совершенствования как электронейродиагностики, так и существующих методов оценки функции верхней конечности при СЗК [37]. Руководствуясь необходимостью повышения информативности нейрофизиологического исследования для выявления патологии срединного нерва, ученые из Сиенского университета (Италия) разработали критерии ранней диагностики СЗК, основанные на соотношении амплитуды F/M волн при электрофизиологическом исследовании срединного нерва [39]. Специалисты из клиники Фуданьского университета в Шанхае (Китай) доказали высокую диагностическую ценность метода электрической импедансной миографии для выявления СЗК [27]. Совершенствуется и ультразвуковая диагностика СЗК. Специалисты из клиники университета Корё в Сеуле (Южная Корея) разработали более чувствительные критерии оценки тяжести СЗК по данным ультрасонографии, основанные на определении соотношения эхогенной плотности тенара и гипотенара [35].

Профилактика карпального туннельного синдрома у пользователей персональных компьютеров основывается на совершенствовании эргономики рабочего места и выборе наиболее оптимального режима работы. Специалисты по профессиональным заболеваниям из медицинского университета в Исфахане (Иран) провели кросс-секционное исследование, в котором изучали риск развития перенапряжения мышц верхней конечности у пользователей ПК. Была установлена сильная корреляция между длительностью, интенсивностью использования ПК и выраженностью расстройства функции кисти. Также была установлена прямая связь между эргономичностью рабочего места пользователя ПК и риском развития СЗК [23]. Ученые из университета Путра в Серданге (Малайзия) исследовали влияние интенсивности пользования компьютерной мышью на развитие перенапряжения мышц верхней конечности у профессиональных пользователей ПК. Предварительные наблюдения показали, что интенсивное пользование ПК в течение 4 часов ежедневно приводит к кумулятивным травматическим расстройствам мышечно-связочного

аппарата кисти, которые в конечном итоге оформляются в СЗК. В результате тестирования при помощи электромиографического исследования различных режимов работы было установлено, что 30-секундный перерыв в течение каждых 10 минут работы обеспечивает наиболее эффективное восстановление уставших сгибателей кисти (как лучевых, так и локтевых) и способствует профилактике СЗК [18]. Специалисты реабилитационного центра медицинского колледжа в г. Нагоя (Япония) при помощи электромиографии изучали процесс утомления мышц верхней конечности у пользователей ПК при различных позициях компьютерной мыши: дистальном (предплечье лежит на столе) и проксимальном (на столе лежит лишь запястье, а предплечье «висит» в воздухе). Было установлено, что дистальная позиция сопровождается меньшей активностью мышц-ротаторов, сухожилий кисти и позволяет более длительный промежуток времени поддерживать высокую производительность, что предупреждает перенапряжение и способствует профилактике СЗК [21]. Ученые из университета Киоши в Токио (Япония) изучали влияние набора компьютерного текста при различных углах наклона клавиатуры на состояние срединного нерва и запястного канала. Они обнаружили, что наиболее благоприятным для профилактики СЗК является нейтральное положение клавиатуры (без какого-либо наклона): по данным ультразвукового исследования поперечное сечение срединного нерва росло вместе с увеличением угла наклона клавиатуры [33].

В попытке снизить механическую нагрузку на кисть у пользователей ПК были исследованы возможности дополнительных приспособлений. Ученые из университета Джонса в Нью Тайбэй-Сити (Тайвань) в поисках наиболее эргономически благоприятного положения кисти при использовании компьютерной мыши тестировали при помощи электромиографического исследования 4 различные приспособления. Было установлено, что использование браслета с подушечкой для уменьшения дорсифлексии кисти позволяет наилучшим образом удерживать запястье в нейтральном положении и тем самым обеспечивать профилактику СЗК [22]. Ученые из Аризонского университета в Тусоне (США) разработали и апробировали устройство, снижающее риск развития СЗК при наборе текста на компьютерной клавиатуре за счет снижения напряжения мышц запястья и предплечья. Устройство представляет собой гибкий рукав с механическим приводом, динамически

стабилизирующий в реальном времени запястье в нейтральном положении [50].

Большие надежды возлагались исследователями на улучшение эргономики работы пользователей ПК при изменении формы компьютерной мыши. Сотрудники реабилитационного центра клиники Квинслендского университета (Австралия) изучали эргономические свойства вертикальной компьютерной мыши, оценивая давление в карпальном канале у пользователей ПК [2]. Ученые из национального института профессиональной патологии Франции тестировали эргономику трех видов компьютерной мыши: стандартной горизонтальной, наклонной (угол наклона 35°) и вертикальной (угол наклона 65°). Электромиографические исследования разгибателей кисти (ульнарного и радиального) при выполнении 7 стандартных заданий (различные варианты нажатия кнопок и пользование роликом) показали, что ни одна из «мышей» не дает существенных преимуществ в предупреждении перегруза мышц кисти при выполнении многократно повторяющихся движений. Исследователи пришли к выводу о необходимости частых перерывов для отдыха с целью профилактики СЗК [25].

В поисках более эргономичных устройств ввода информации в ПК с целью повышения эффективности профилактики СЗК у пользователей, исследователи обратили свое внимание на альтернативные гаджеты. Однако приобретенные в последние годы широкую популярность и составившие серьезную конкуренцию компьютерной мыши сенсорные экраны оказались еще менее эргономичны. Специалисты по эргономике из клиники медицинского университета в Ширазе (Иран) проводили сравнение биомеханической нагрузки на мышцы верхней конечности при пользовании сенсорным экраном, сенсорной клавиатурой и компьютерной мышью. Было установлено, что пользование сенсорным экраном сопровождается гораздо большими постуральными углами отклонения от нейтральной позы как для шеи, так и для верхней конечности и требует большего напряжения кисти, предплечья и плеча, что определяло более быстрое наступление утомления [31]. Не выявилось существенных преимуществ в отношении риска возникновения СЗК и при тестировании ультрамодных устройств взаимодействия с электронными устройствами в виде браслетов (wearable sensor arm band - WSAB), уже имеющимися в продаже, но не получившими пока устоявшегося названия

в украинском и русском языках. Американские исследователи при помощи электромиографии сравнивали биомеханическую нагрузку на кисть и предплечье во время использования WSAB, компьютерной мыши и клавиатуры при вводе текста, работе в презентационных программах, играх и выполнении других наиболее часто востребованных задач. Было установлено, что новинка нагружает иные группы мышц, однако требует не меньшего числа движений, чем традиционные клавиатура и компьютерная мышь. Это значит, что WSAB не обладает преимуществами в профилактике СЗК [29].

Перспективным направлением в первичной профилактике СЗК у пользователей ПК является прогнозирование. Сотрудники национального института профессиональной патологии Франции разработали и апробировали систему первичной профилактики СЗК, основанную на симуляции эргономических условий рабочего места [43]. Специалисты кинезиологического центра клиники университета Мак-Кастера в Онтарио (США) разработали, создали и апробировали эргономический инструмент, позволяющий прогнозировать риск развития СЗК на основании контроля давления в запястном канале [46].

Не менее перспективной представляется и возможность использования различных физических упражнений, способствующих нормализации давления в запястном канале у пользователей ПК. Ученые из университета Кейо в Йокогаме (Япония) предложили для первичной и вторичной профилактики СЗК планшетное приложение, позволяющее пользователям снизить компрессию срединного нерва благодаря специфическим движениям большого пальца, позволяющим улучшить венозную и лимфатическую циркуляцию карпального канала [15]. Специалисты из клиники медицинского института в Бангалоре (Индия) провели РКИ, в котором изучали возможности профилактики СЗК у профессиональных пользователей ПК при помощи занятий йогой. Результаты свидетельствовали о том, что курсовая йога-терапия сопровождается улучшением проводимости электрического импульса по срединному нерву на 20% и увеличением силы сгибателей кисти в среднем на 15% [30]. Ученые из Критского института технологического образования (Греция) проанализировали возможности современных методов физической реабилитации больных с СЗК, основанных на игровых технологиях, использующих сенсорные датчики Kinect, Wii Leap и Motion. Анализ показал перспективность

подобных технологий для разработки и контроля игр, позволяющих снизить давление и улучшить кровотоки в анатомических структурах карпального канала [36].

Лечение карпального туннельного синдрома у пользователей персональных компьютеров проводится также, как и при любой другой этиологии этого заболевания. Специалисты по ортопедической хирургии из клиники университета в Мемфисе (США) при анализе эффективности существующих методов лечения СЗК пришли к выводу о наличии убедительных доказательств лишь в отношении хирургического вмешательства [8]. Специалисты из клиники Питсбургского университета (США) провели масштабное исследование, изучая применяемые в настоящее время методы лечения СЗК. Они установили, что оперативное вмешательство (несмотря на то, что оно считается наиболее эффективным) применяется лишь у 24% больных. Любопытно, что частота применения консервативных методов увеличилась лишь в последние 2-3 года, что объясняется не только дороговизной хирургического лечения, но и ростом эффективности консервативных методик [48]. Это объясняет особый интерес исследователей к модернизации оперативного вмешательства, а также и к нехирургическим методам лечения. Специалисты из клиники университета в Кенте (Великобритания) изучали возможности гидродиссекции карпального канала при СЗК, они пришли к выводу о целесообразности сочетания гидродиссекции с введением в запястный канал кортикостероидов [6]. Специалисты из реабилитационного центра клиники Утрехтского университета (Нидерланды) провели анализ 22 РКИ, посвященных изучению эффективности различных физиотерапевтических методов лечения СЗК: миофасциальный массаж, низкоуровневая лазерная терапия, ультразвуковая и крио-ультразвуковая терапия, инъекции кортикостероидов, иммобилизация (шинирование) запястья, локальная микроволновая гипертермия, ионофорез и фонофорез, импульсная радиочастотная терапия, непрерывная и импульсная коротковолновая диатермия, интерференционный ток, чрескожная электрическая стимуляция срединного нерва, радиальная экстракорпоральная ударно-волновая терапия. Исследователи сделали вывод об отсутствии убедительных доказательств преимуществ какой-либо из изучаемых методик [11].

Исследователи активно изучают пути повышения эффективности консервативных методов лечения СЗК. Специалисты из клиники уни-

верситета Комплутенсе в Мадриде (Испания) анализировали результаты исследований, посвященных лечению СЗК при помощи упражнений на основе нейродинамической мобилизации или «нервного скольжения», суть которых сводится к уменьшению давления на срединный нерв в запястном канале. Ученые пришли к выводу о том, что преимущества методики перед другими консервативными методами лечения ограничиваются более ранним наступлением облегчения болевого синдрома [20]. Специалисты клиники университета медицинских наук в Карачи (Пакистан) провели РКИ для сравнения эффективности нейродинамической мобилизации и ультразвуковой терапии при СЗК средней степени тяжести. По результатам клинического и инструментального исследования после четырех недель терапии нейродинамическая мобилизация оказалась более эффективной: она привела к снижению тяжести СЗК до легкой степени у 100% больных, в то время как ультразвуковая терапия – только у 20% [19]. Как весьма перспективное в лечении СЗК в последние годы рассматривается введение кортикостероидов в запястный канал. Специалисты из клиники университета медицинских наук в Тегеране (Иран) в проспективном РКИ изучали возможность повышения эффективности данной методики, используя ультразвуковой контроль во время процедуры введения препарата в запястный канал. Было установлено, что при введении 40 мг триамцинолона в запястный канал больным с СЗК средней и легкой тяжести выраженный позитивный клинический эффект имел место на протяжении всех 12 недель наблюдения [13].

Ученые из университета Хаджеттепе в Анкаре (Турция) в проспективном РКИ изучали различные виды тейпирования кисти при СЗК средней степени тяжести. Было установлено, что наиболее эффективно снижает выраженность болевого синдрома и парестезий кинезиотейпирование (иммобилизация при помощи эластических клейких лент) [16]. Специалисты из клиники университета медицинских наук в Бурсе (Турция) в РКИ с участием 64 больных СЗК изучали эффективность отдельного и совместного применения кинезиотейпирования кисти и лазеротерапии низкой мощности. Было установлено, что лазеротерапия эффективна у 100% больных со средней и легкой тяжестью СЗК. Кинезиотейпирование не давало дополнительных преимуществ больным, получающим лазеротерапию [26]. Специалисты из клиники университета Йылдырым Баязид в Анкаре (Турция) доказали эффективность иглоукалывания в

лечении СЗК средней и легкой тяжести: под влиянием акупунктуры нормализовались показатели поперечного сечения срединного нерва (по данным ультразвукового исследования), а также его электрофизиологические характеристики [44].

Отдельные «старые» и «новые» методы терапии показали низкую эффективность в лечении СЗК. Традиционно применяемая при нейропатиях магнитотерапия оказалась малоэффективной в РКИ, проведенном в клинике медицинского колледжа в Уинстон-Сейлеме (США): ношение магнитного браслета больными СЗК средней и легкой тяжести не сопровождалось значимыми улучшениями по результатам ультразвукового исследования запястного канала и электронейрофизиологического исследования срединного нерва [1]. Специалисты из клиники университета медицинских наук в Тегеране (Иран) провели проспективное РКИ, в котором изучали эффективность лечения СЗК путем введения в запястный канал обогащенной тромбоцитами плазмы. Было установлено, что однократное введение обогащенной тромбоцитами плазмы не сопровождается значимыми изменениями по данным ультразвукового исследования карпального канала и электронейрофизиологического исследования срединного нерва. Результаты не отличались в основной и контрольной

группах (где пациентам проводилась только иммобилизация путем шинирования запястья) [40].

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Таким образом, анализ научной литературы показывает, что интенсивное пользование различными устройствами ввода информации в ПК является значимым фактором риска развития СЗК. Наиболее эффективные направления профилактики СЗК у пользователей ПК связаны с улучшением эргономики рабочего места, чередованием работы и коротких периодов отдыха для кисти, а также с ранним выявлением нарушений в группе риска при помощи ультразвуковых и электронейрофизиологических методов исследования. В лечении тяжелых случаев СЗК наиболее эффективными являются хирургические методы, для СЗК средней и легкой степени тяжести предпочтительны консервативные методы терапии. Поскольку больные с симптоматикой СЗК обращаются к самым различным специалистам: семейным врачам, невропатологам, терапевтам, хирургам, травматологам и т.д., широкая популяризация последних достижений в диагностике, профилактике и лечении СЗК у пользователей ПК в среде практикующих врачей будет способствовать повышению эффективности медицинской помощи при этой патологии.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. A randomized, controlled trial of magnetic therapy for carpal tunnel syndrome / V. Baute, V.S. Keskinyan, E.R. Sweeney [et al.] // *Muscle Nerve*. – 2018. – Articles in Press. <http://doi.org/10.1002/mus.26120>
2. A vertical mouse and ergonomic mouse pads alter wrist position but do not reduce carpal tunnel pressure in patients with carpal tunnel syndrome / A.B. Schmid, P.A. Kubler, V. Johnston [et al.] // *Applied ergonomics*. – 2015. – Vol. 47. – P. 151-156. <https://doi.org/10.1016/j.apergo.2014.08.020>
3. Agrawal S. Early Diagnosis and Prevention of Repetitive Strain Injury Induced Carpal Tunnel Syndrome among Computer Users / S. Agrawal, M. Rajajeyakumar // *Clin Exp Psychol*. – 2018. – Vol. 4, N 1. – P. 188-191. <http://doi.org/10.4172/2471-2701.1000188>
4. Analysis of Expected Costs of Carpal Tunnel Syndrome Treatment Strategies / M.T. Milone, A. Karim, C.S. Klifto [et al.] // *HAND*. – 2017. – P. 1558944717743597. <http://doi.org/10.1177/1558944717743597>
5. Association of psychological distress, quality of life and costs with carpal tunnel syndrome severity: a cross-sectional analysis of the PALMS cohort / C. Jerosch-Herold, J. Houghton, J. Blake [et al.] // *BMJ Open*. – 2017. – Vol. 7, №. 11. – P. 1-10. <http://dx.doi.org/10.1136/bmjopen-2017-017732>
6. Bland J.D.P. Hydrodissection for treatment of carpal tunnel syndrome / J.D.P. Bland // *Muscle nerve*. – 2018. – Vol. 57, N 1. – P. 4-5. <http://doi.org/10.1002/mus.25759>
7. Brown J.N. Stop Your Mouse from Twisting Your Arm / J.N. Brown // *Anthropology-Based Computing*. – Springer, Cham, 2016. – P. 175-188. http://doi.org/10.1007/978-3-319-24421-1_14
8. Calandruccio J.H. Carpal Tunnel Syndrome: Making Evidence-Based Treatment Decisions / J.H. Calandruccio, N.B. Thompson // *Orthopedic Clinics*. – 2018. – Vol. 49, N 2. – P. 223-229. <http://doi.org/10.1016/j.ocl.2017.11.009>
9. Carpal compression, Phalen's and Tinel's test: Which one is more suitable for carpal tunnel syndrome? / M. Almasi-Doghaee, R. Boostani, M. Saeedi [et al.] // *Iranian J. Neurology*. – 2016. – Vol. 15, N 3. – P. 173-174.
10. Carpal tunnel syndrome: clinical features, diagnosis, and management / L. Padua, D. Coraci, C. Erra [et al.] // *The Lancet Neurology*. – 2016. – Vol. 15, N 12. – P. 1273-1284. [http://doi.org/10.1016/S1474-4422\(16\)30231-9](http://doi.org/10.1016/S1474-4422(16)30231-9)
11. Carpal Tunnel Syndrome: Effectiveness of Physical Therapy and Electrophysical Modalities. An Updated Systematic Review of Randomized Controlled Trials / B.M. Huisstede, P. Hoogvliet, T.P. Franke [et al.]

// Arch. Physical Medicine Rehabilitation. – 2017. Articles in Press. <http://doi.org/10.1016/j.apmr.2017.08.482>.

12. Chae W. The Effects of Computer Game Exposure on Musculoskeletal Pathological Symptoms in Adolescents / W. Chae, J. Jung // *Koreyan J. Sport Biomechanics*. – 2018. – Vol. 28, N 1. – P. 55-60.

13. Comparison Between Effectiveness of Ultrasound-Guided Corticosteroid Injection Above Versus Below the Median Nerve in Mild to Moderate Carpal Tunnel Syndrome: A Randomized Controlled Trial / A. Babaei-Ghazani, N. Nikbakht, B. Forogh [et al.] // *Amer. J. Physical Medicine Rehabilitation*. – 2018. – Vol. 97, N 6. – P. 407-413. <http://doi.org/10.1097/PHM.0000000000000877>

14. Computer Use and Carpal Tunnel Syndrome: A Case-control Study / D.J. Bhandari, D.G. Mishra, S.M. Parikhet [et al.] // *Indian J. Occupational Environmental Medicine*. – 2017. – Vol. 21, N 3. – P. 109-114. http://doi.org/10.4103/ijoem.IJOEM_66_17

15. DanceDanceThumb: Tablet app for rehabilitation for carpal tunnel syndrome / T. Watanabe, Y. Sugiura, N. Miyata [et al.] // *Inter. Conference on Entertainment Computing*. – Springer, Cham, 2017. – P. 473-476. http://doi.org/10.1007/978-3-319-66715-7_66

16. Does Taping Affect the Rehabilitation of Patients With Carpal Tunnel Syndrome? A Randomized Controlled Trial / L. Eraslan, G. Baltaci, D. Yuce [et al.] // *AND*. – 2016. – Vol. 11, N 1. – P. 33-137. <http://doi.org/10.1177/1558944716660555jf>

17. Durham C.O. It's All in the Wrist: Diagnosis and Management of Carpal Tunnel Syndrome / O. Durham, K. VanRavenstein // *rthopaedic Nursing*. – 2017. – Vol. 36, – P. 323-327. <http://doi.org/10.1097/NOR.0000000000000390>

18. Manoharan T. Effect of Break Time on the Upper Extremity Musculoskeletal Disorder Development among Intensive Computer Users in Malaysia / Manoharan, R. Yusuff, N. Zulkifli [et al.] // *ife Sciences, Medicine and Biomedicine*. – 2018. – Vol. 2, N – P. 1-8. <http://doi.org/10.28916/lsm2.1.2018.7>

19. Effectiveness of neural mobilization and ultrasound therapy on pain severity in carpal tunnel syndrome / M. Alam, M. Khan, S.I. Ahmed [et al.] // *Biomedical Research and Therapy*. – 2018. – Vol. 5, N 4. – P. 2187-2193. <http://doi.org/10.15419/bmrat.v5i4.432>

20. Effectiveness of nerve gliding exercises on carpal tunnel syndrome: a systematic review / R. Ballester-Pérez, G. Plaza-Manzano, A. Urraca-Gesto [et al.] // *J. Manipulative Physiol. Therapeutics*. – 2017. – Vol. 40, N 1. – P. 50-59.

21. Electromyographic analysis of relevant muscle groups during completion of computer tasks using different computer mouse positions / S. Sako, H. Sugiura, H. Tanoue [et al.] // *Inter. J. Occupational Safety Ergonomics*. – 2017. – Vol. 23, N 2. – P. 267-273. <http://doi.org/10.1080/10803548.2016.1275140>

22. Ergonomic evaluation of new wrist rest on using computer mouse / B.S. Liu, K.N. Huang, H.J. Chen [et al.] // *Advanced Materials for Science and Engineering (ICAMSE): International Conference on*. – IEEE, 2016. – P. 59-61. <http://doi.org/10.1109/ICAMSE.2016.7840230>

23. Ergonomic assessment of musculoskeletal disorders risk among the computer users by Rapid Upper Limb Assessment method / E. Habibi, Z. Mohammadi, A.G. Sartang [et al.] // *Inter. J. Environmental Health Engineering*. – 2016. – Vol. 5, N 1. – P. 15-22. <http://doi.org/10.4103/2277-9183.190641>

24. Estimation of health-related-quality of life depends on which utility measure is selected for patients with carpal tunnel syndrome / G. Nazari, J.C. MacDermid, J. Bain [et al.] // *J. Hand Therapy*. – 2017. – Vol. 30, N 3. – P. 299-306. <http://doi.org/10.1016/j.jht.2016.11.001>

25. Gaudes C. What's the best computer mouse? A comparative study of wrist angles and carp extensor activity when using three mice / C. Gaudes, F. Cail // *Computer methods in biomechanics and biomedical engineering*. – 2017. – Vol. 20, N 1 sup11. – P. 89-90. <http://doi.org/10.1080/10255842.2017.1382875>

26. Guner A. The effectiveness of the low-power laser and kinesiotaping in the treatment of carpal tunnel syndrome, a pilot study / A. Guner, L. Altan, M.K. Aksoy // *Rheumatology Inter.* – 2018. – Vol. 38, N 5. – P. 895-904. <http://doi.org/10.1007/s00296-018-4020-6>

27. Handheld electrical impedance myography probe for assessing carpal tunnel syndrome / Z. Li, L. Chen, Y. Zhu [et al.] // *Annals of biomedical engineering*. – 2017. – Vol. 45, N 6. – P. 1572-1580. <http://doi.org/10.1007/s10439-017-1819-3>

28. High-resolution ultrasonography of cross-sectional area of median nerve compared with electrodiagnostic study in carpal-tunnel syndrome / M. Sahebari, M.P. Rad, M.A. Nahayatiet [et al.] // *Rheumatology Research*. – 2017. – Vol. 2, N 4. – P. 127-131. <http://doi.org/10.22631/RR.2017.69997.1031>

29. Johnson M.E. Repetitive Upper Extremity Musculoskeletal Risks Utilizing Wearable Sensor Arm Band versus Keyboard and Mouse for Input / M.E. Johnson, B. Conrardy, Z. Kohama [et al.] // *IIE Annual Conference. Proceedings*. – Institute of Industrial and Systems Engineers (IISE), 2017. – P. 1332-1338.

30. Joshi V.S. Nerve muscle physiology changes with yoga in professional computer users / V.S. Joshi // *National J. Physiology, Pharmacy and Pharmacology*. – 2017. – Vol. 7, N 8. – P. 815-819. <http://doi.org/10.5455/njppp.2017.7.0410002042017>

31. Kargar N. Posture and discomfort assessment in computer users while using touch screen device as compared with mouse-keyboard and touch pad-keyboard / N. Kargar, A.R. Choobineh, A.R. Choobineh [et al.] // *Work*. – 2018. – Vol. 59, N 3. – P. 341-349. <http://doi.org/10.3233/WOR-182685>

32. Lee H.J. Validation of known risk factors associated with carpal tunnel syndrome: A retrospective nationwide 11-year population-based cohort study in South Korea / H.J. Lee, H.S. Lim, H.S. Kim // *bioRxiv*. – 2018. – P. 253666. <http://doi.org/10.1101/253666>

33. Loh P.Y. Impact of keyboard typing on the morphological changes of the median nerve / P.Y. Loh, W.L. Yeoh, H. Nakashima [et al.] // *J. Occupational health*. – 2017. – Vol. 59, N 5. – P. 408-417. <http://doi.org/10.1539/joh.17-0058-OA>

34. Loh P.Y. The Effect of Keyboard Typing on the Median Nerve at the Proximal Carpal Tunnel / P.Y. Loh, W.L. Yeoh, S. Muraki // Japan. J. Ergonomics. – 2017. – Vol. 53, Suppl. 2. – P. 576-579. <http://doi.org/10.5100/jje.53.S576>
35. Muscle echogenicity ratio can indicate severity of carpal tunnel syndrome / D.Y. Park, S. Kang, J.S. Jeong [et al.] // Muscle Nerve. – 2018. – Articles in Press <http://doi.org/10.1002/mus.26116>
36. Pachoulakis I. Computer-Aided Rehabilitation for the Carpal Tunnel Syndrome using Exergames / I. Pachoulakis, D. Tsilidi, A. Analyti // Advances in Image and Video Processing. – 2018. – Vol. 6, N 2. – P. 44-56. <http://doi.org/10.14738/aivp.62.4458>
37. Patient-Reported Disability Measures Do Not Correlate with Electrodiagnostic Severity in Carpal Tunnel Syndrome / J.E. Tulipan, K.F. Lutsky, M.G. Maltenfort [et al.] // Plastic and Reconstructive Surgery Global Open. – 2017. – Vol. 5, N 8. – P. 1-6. <http://doi.org/10.1097/GOX.0000000000001440>
38. Quality of Care and Patient-reported Outcomes in Carpal Tunnel Syndrome: A Prospective Observational Study / T.K. Nuckols, C. Conlon, M. Robbins [et al.] // Muscle Nerve. – 2018. – Vol. 57, N 6. – P. 896-904. <http://doi.org/10.1002/mus.26041>
39. Reappraisal of the F/M amplitude ratio in carpal tunnel syndrome / F. Ginanneschi, M. Mondelli, A. Aretini [et al.] // Functional Neurology. – 2017. – Vol. 32, N 1. – P. 23-27. <http://doi.org/10.11138/FNeur/2017.32.1.023>
40. Safety and efficacy of platelet-rich plasma in treatment of carpal tunnel syndrome; a randomized controlled trial / S.A. Raeissadat, A. Karimzadeh, M. Hashemi [et al.] // BMC Musculoskeletal Disorders. – 2018. – Vol. 19, N 1. – P. 49-44. <http://doi.org/10.1186/s12891-018-1963-4>
41. Shiri R. Computer use and carpal tunnel syndrome: a meta-analysis / R. Shiri, K. Falah-Hassani // J. Neurological Sciences. – 2015. – Vol. 349, N 1. – P. 15-19. <http://doi.org/10.1016/j.jns.2014.12.037>
42. The diagnostic efficacy of clinical findings and electrophysiological studies in carpal tunnel syndrome / N.B. Pekel, P.N. Senol, D. Yildiz [et al.] // Eur. Research J. – 2017. – Vol. 3, N 1. – P. 62-67. <http://doi.org/10.18621/eurj.2017.5000195868>
43. Theoretical impact of simulated workplace-based primary prevention of carpal tunnel syndrome in a French region / Y. Roquelaure, N. Fouquet, E. Chazelle [et al.] // BMC public health. – 2018. – Vol. 18, N 1. – P. 426-437. <https://doi.org/10.1186/s12889-018-5328-6>
44. Ural F.G. Acupuncture Effect on Median Nerve Morphology in Patients with Carpal Tunnel Syndrome: An Ultrasonographic Study / F.G. Ural, G.T. Ozturk // Evidence-Based Complementary Alternative Medicine. – 2017. – Vol. 2017. – P. 1-6. <http://doi.org/10.1155/2017/7420648>
45. Vignais N. Posture and loading in the pathomechanics of carpal tunnel syndrome: a review / N. Vignais, J. Weresch, P.J. Keir // Critical Reviews™ in Biomedical Engineering. – 2016. – Vol. 44, N 5. – P. 397-410. <http://doi.org/10.1615/CritRevBiomedEng.2017021073>
46. Weresch J.A. Development of an Ergonomic Tool to Predict Carpal Tunnel Syndrome Risk Based on Estimated Carpal Tunnel Pressure / J.A. Weresch, P.J. Keir // IISE Transactions on Occupational Ergonomics Human Factors. – 2018. – Vol. 6, №. 1. – P. 32-42. <http://doi.org/10.1080/24725838.2018.1454360>
47. Werner R.A. How can we best estimate the Incidence and Prevalence of Carpal Tunnel Syndrome? / R.A. Werner, A. Franzblau // Muscle Nerve. – 2018. – Vol. 57, N 7. – P. 1-11 <http://doi.org/10.1002/mus.26148>
48. What Types of Treatment Are Provided for Patients With Carpal Tunnel Syndrome? A Retrospective Analysis of Commercial Insurance / N.A. Baker, J. Stevans, L. Terhorst [et al.] // PM&R. – 2018. <https://doi.org/10.1016/j.pmrj.2018.02.004>
49. Woo E.H.C. Effects of electronic device overuse by university students in relation to clinical status and anatomical variations of the median nerve and transverse carpal ligament / E.H.C. Woo, P. White, C.W.K. Lai // Muscle Nerve. – 2017. – Vol. 56, N 5. – P. 873-880. <http://doi.org/10.1002/mus.25697>
50. Zhu M. Carpal Tunnel Syndrome Soft Relief Device for Typing Applications / M. Zhu, W. Adams, P. Polygerinos // 2017 Design of Medical Devices Conference: American Society of Mechanical Engineers, 2017. – P. 3-4. doi:10.1115/DMD2017-3374.

REFERENCES

1. Baute V, Keskinyan VS, Sweeney ER et al. A randomized, controlled trial of magnetic therapy for carpal tunnel syndrome. Muscle & nerve. – 2018. Articles in Press. <http://doi.org/10.1002/mus.26120>
2. Schmid AB, Kubler PA, Johnston V et al. A vertical mouse and ergonomic mouse pads alter wrist position but do not reduce carpal tunnel pressure in patients with carpal tunnel syndrome. Applied ergonomics. 2015;47:151-156. <https://doi.org/10.1016/j.apergo.2014.08.020>
3. Agrawal S, Rajajeyakumar M. Early Diagnosis and Prevention of Repetitive Strain Injury Induced Carpal Tunnel Syndrome among Computer Users. Clin Exp Psychol. 2018;4(1):188-191. <http://doi.org/10.4172/2471-2701.1000188>
4. Milone MT, Karim A, Klifto CS et al. Analysis of Expected Costs of Carpal Tunnel Syndrome Treatment Strategies. HAND. 2017: 1558944717743597. <http://doi.org/10.1177/1558944717743597>
5. Jerosch-Herold C, Houghton J, Blake J. et al. Association of psychological distress, quality of life and costs with carpal tunnel syndrome severity: a cross-sectional analysis of the PALMS cohort. BMJ open. 2017;(7)11:1-10. <http://dx.doi.org/10.1136/bmjopen-2017-017732>
6. Bland JDP. Hydrodissection for treatment of carpal tunnel syndrome. Muscle & nerve. 2018;57(1):4-5. <http://doi.org/10.1002/mus.25759>

7. Brown JN. Stop Your Mouse from Twisting Your Arm. *Anthropology-Based Computing*. Springer, Cham, 2016;175-188. http://doi.org/10.1007/978-3-319-24421-1_14
8. Calandrucchio JH, Thompson NB. Carpal Tunnel Syndrome: Making Evidence-Based Treatment Decisions. *Orthopedic Clinics*. 2018;49(2):223-229. <http://doi.org/10.1016/j.ocl.2017.11.009>
9. Almasi-Doghace M, Boostani R, Saeedi M et al. Carpal compression, Phalen's and Tinel's test: Which one is more suitable for carpal tunnel syndrome? *Iranian journal of neurology*. 2016;15(3):173-174.
10. Padua L, Coraci D, Erra C et al. Carpal tunnel syndrome: clinical features, diagnosis, and management. *The Lancet Neurology*. 2016;15(12):1273-1284. [http://doi.org/10.1016/S1474-4422\(16\)30231-9](http://doi.org/10.1016/S1474-4422(16)30231-9)
11. Huisstede BM, Hoogvliet P, Franke TP et al. Carpal Tunnel Syndrome: Effectiveness of Physical Therapy and Electrophysical Modalities. An Updated Systematic Review of Randomized Controlled Trials. *Archives of physical medicine and rehabilitation*. 2017. *Articles in Press*. <http://doi.org/10.1016/j.apmr.2017.08.482>
12. Chae W, Jung J. The Effects of Computer Game Exposure on Musculoskeletal Pathological Symptoms in Adolescents. *Koreyan Jornal of Sport Biomechanics*. 2018;28(1):55-60.
13. Babaei-Ghazani A, Nikbakht N, Forogh B et al. Comparison Between Effectiveness of Ultrasound-Guided Corticosteroid Injection Above Versus Below the Median Nerve in Mild to Moderate Carpal Tunnel Syndrome: A Randomized Controlled Trial. *American journal of physical medicine & rehabilitation*. 2018;97(6):407-413. <http://doi.org/10.1097/PHM.0000000000000877>
14. Bhandari DJ, Mishra DG, Parikhet SM et al. Computer Use and Carpal Tunnel Syndrome: A Case-control Study. *Indian journal of occupational and environmental medicine*. 2017;21(3):109-114. http://doi.org/10.4103/ijoem.IJOEM_66_17
15. Watanabe T, Sugiura Y, Miyata N et al. DanceDanceThumb: Tablet app for rehabilitation for carpal tunnel syndrome. *International Conference on Entertainment Computing*. Springer, Cham, 2017:473-476. http://doi.org/10.1007/978-3-319-66715-7_66
16. Eraslan L, Baltaci G, Yuce D et al. Does Taping Affect the Rehabilitation of Patients With Carpal Tunnel Syndrome? A Randomized Controlled Trial. *HAND*. 2016;11(1):133-7.
17. Durham CO, VanRavenstein K. It's All in the Wrist: Diagnosis and Management of Carpal Tunnel Syndrome. *Orthopaedic Nursing*. 2017;36(5):323-327. <http://doi.org/10.1097/NOR.0000000000000390>
18. Manoharan T, Yusuff R, Zulkifli N et al. Effect of Break Time on the Upper Extremity Musculoskeletal Disorder Development among Intensive Computer Users in Malaysia. *Life Sciences, Medicine and Biomedicine*. 2018;2(1):1-8. <http://doi.org/10.28916/lsm.2.1.2018.7>
19. Alam M, Khan M, Ahmed SI. et al. Effectiveness of neural mobilization and ultrasound therapy on pain severity in carpal tunnel syndrome. *Biomedical Research and Therapy*. 2018;5(4):2187-2193. <http://doi.org/10.15419/bmrat.v5i4.432>
20. Ballester-Pérez R, Plaza-Manzano G, Urraca-Gesto A et al. Effectiveness of nerve gliding exercises on carpal tunnel syndrome: a systematic review. *Journal of Manipulative & Physiological Therapeutics*. 2017;40(1)50-59.
21. Sako S, Sugiura H, Tanoue H et al. Electromyographic analysis of relevant muscle groups during completion of computer tasks using different computer mouse positions. *International Journal of Occupational Safety and Ergonomics*. 2017;23(2):267-273. <http://doi.org/10.1080/10803548.2016.1275140>
22. Liu BS, Huang KN, Chen HJ et al. Ergonomic evaluation of new wrist rest on using computer mouse. *Advanced Materials for Science and Engineering (ICAMSE)*, International Conference on. IEEE, 2016:59-61. <http://doi.org/10.1109/ICAMSE.2016.7840230>
23. Habibi E, Mohammadi Z, Sartang AG et al. Ergonomic assessment of musculoskeletal disorders risk among the computer users by Rapid Upper Limb Assessment method. *International Journal of Environmental Health Engineering*. 2016;5(1):15-22. <http://doi.org/10.4103/2277-9183.190641>
24. Nazari G, MacDermid JC, Bain J et al. Estimation of health-related-quality of life depends on which utility measure is selected for patients with carpal tunnel syndrome. *Journal of Hand Therapy*. 2017;30(3):299-306. <http://doi.org/10.1016/j.jht.2016.11.001>
25. Gaudez C, Cail F. What's the best computer mouse? A comparative study of wrist angles and carp extensor activity when using three mice. *Computer methods in biomechanics and biomedical engineering*. 2017;20(sup1):89-90. <http://doi.org/10.1080/10255842.2017.1382875>
26. Guner A, Altan L, Aksoy MK. The effectiveness of the low-power laser and kinesiotaping in the treatment of carpal tunnel syndrome, a pilot study. *Rheumatology international*. 2018;38(5):895-904. <http://doi.org/10.1007/s00296-018-4020-6>
27. Li Z, Chen L, Zhu Y et al. Handheld electrical impedance myography probe for assessing carpal tunnel syndrome. *Annals of biomedical engineering*. 2017;45(6):1572-1580. <http://doi.org/10.1007/s10439-017-1819-3>
28. Sahebari M, Rad MP, Nahayatiet MA et al. High-resolution ultrasonography of cross-sectional area of median nerve compared with electro-diagnostic study in carpal-tunnel syndrome. *Rheumatology Research*. 2017;2(4):127-131. <http://doi.org/10.22631/RR.2017.69997.1031>
29. Johnson ME, Conrardy B, Kohama Z et al. Repetitive Upper Extremity Musculoskeletal Risks Utilizing Wearable Sensor Arm Band versus Keyboard and Mouse for Input. *IIE Annual Conference. Proceedings. – Institute of Industrial and Systems Engineers (IISE)*, 2017:1332-8.
30. Joshi VS. Nerve muscle physiology changes with yoga in professional computer users. *National Journal of Physiology, Pharmacy and Pharmacology*. 2017;7(8):815-819. <http://doi.org/10.5455/njppp.2017.7.0410002042017>
31. Kargar N, Choobineh AR, Choobineh AR et al. Posture and discomfort assessment in computer users while using touch screen device as compared with mouse-keyboard and touch pad-keyboard. *Work*. 2018;59(3):341-349. <http://doi.org/10.3233/WOR-182685>

32. Lee HJ, Lim HS, Kim HS. Validation of known risk factors associated with carpal tunnel syndrome: A retrospective nationwide 11-year population-based cohort study in South Korea. *bioRxiv*. 2018:1-25. <http://doi.org/10.1101/253666>
33. Loh PY, Yeoh WL, Nakashima H et al. Impact of keyboard typing on the morphological changes of the median nerve. *Journal of occupational health*. 2017;59(5):408-417. <http://doi.org/10.1539/joh.17-0058-OA>
34. Loh PY, Yeoh WL, Muraki S. The Effect of Keyboard Typing on the Median Nerve at the Proximal Carpal Tunnel. *The Japanese Journal of Ergonomics*. 2017;53(Suppl.2):576-579. <http://doi.org/10.5100/jje.53.S576>
35. Park DY, Kang S, Jeong JS et al. Muscle echogenicity ratio can indicate severity of carpal tunnel syndrome. *Muscle & nerve*. 2018. *Articles in Press*. <http://doi.org/10.1002/mus.26116>
36. Pachoulakis I, Tsilidi D, Analyti A. Computer-Aided Rehabilitation for the Carpal Tunnel Syndrome using Exergames. *Advances in Image and Video Processing*. 2018;6(2):44-56. <http://doi.org/10.14738/aivp.62.4458>
37. Tulipan JE, Lutsky KF, Maltenfort MG et al. Patient-Reported Disability Measures Do Not Correlate with Electrodiagnostic Severity in Carpal Tunnel Syndrome. *Plastic and Reconstructive Surgery Global Open*. 2017;5(8):1-6. <http://doi.org/10.1097/GOX.0000000000001440>
38. Nuckols TK, Conlon C, Robbins M et al. Quality of Care and Patient-reported Outcomes in Carpal Tunnel Syndrome: A Prospective Observational Study. *Muscle & nerve*. 2018;57(6):896-904. <http://doi.org/10.1002/mus.26041>
39. Ginanneschi F, Mondelli M, Aretini A et al. Reappraisal of the F/M amplitude ratio in carpal tunnel syndrome. *Functional neurology*. 2017;32(1):23-27. <http://doi.org/10.11138/FNeur/2017.32.1.023>
40. Raeissadat SA, Karimzadeh A, Hashemi M et al. Safety and efficacy of platelet-rich plasma in treatment of carpal tunnel syndrome; a randomized controlled trial. *BMC musculoskeletal disorders*. 2018;19(1):49-44. <http://doi.org/10.1186/s12891-018-1963-4>
41. Shiri R, Falah-Hassani K. Computer use and carpal tunnel syndrome: a meta-analysis. *Journal of the neurological sciences*. 2015;349(1):15-19. <http://doi.org/10.1016/j.jns.2014.12.037>
42. Pekel NB, Senol PN, Yildiz D et al. The diagnostic efficacy of clinical findings and electrophysiological studies in carpal tunnel syndrome. *The European Research Journal*. 2017;3(1):62-67. <http://doi.org/10.18621/eurj.2017.5000195868>
43. Roquelaure Y, Fouquet N, Chazelle E et al. Theoretical impact of simulated workplace-based primary prevention of carpal tunnel syndrome in a French region. *BMC public health*. 2018;18(1):426-437. <https://doi.org/10.1186/s12889-018-5328-6>
44. Ural FG, Ozturk GT. The Acupuncture Effect on Median Nerve Morphology in Patients with Carpal Tunnel Syndrome: An Ultrasonographic Study. *Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine*. 2017;2017:1-6. <http://doi.org/10.1155/2017/7420648>
45. Vignais N, Weresch J, Keir PJ. Posture and loading in the pathomechanics of carpal tunnel syndrome: a review. *Critical Reviews™ in Biomedical Engineering*. 2016;44(5):397-410. <http://doi.org/10.1615/CritRevBiomedEng.2017021073>
46. Weresch JA, Keir PJ. Development of an Ergonomic Tool to Predict Carpal Tunnel Syndrome Risk Based on Estimated Carpal Tunnel Pressure. *IIEE Transactions on Occupational Ergonomics and Human Factors*. 2018;6(1):32-42.
47. Werner RA, Franzblau A. How can we best estimate the Incidence and Prevalence of Carpal Tunnel Syndrome? *Muscle & nerve*. 2018;57(7):1-11. <http://doi.org/10.1002/mus.26148>
48. Baker NA, Stevans J, Terhorst L et al. What Types of Treatment Are Provided for Patients With Carpal Tunnel Syndrome? A Retrospective Analysis of Commercial Insurance. *PM&R*. 2018. *Articles in Press*. <http://doi.org/10.1016/j.pmrj.2018.02.004>
49. Woo EHC, White P, Lai CWK. Effects of electronic device overuse by university students in relation to clinical status and anatomical variations of the median nerve and transverse carpal ligament. *Muscle & nerve*. 2017;56(5):873-880. <http://doi.org/10.1002/mus.25697>
50. Zhu M, Adams W, Polygerinos P. Carpal Tunnel Syndrome Soft Relief Device for Typing Applications. 2017 Design of Medical Devices Conference. American Society of Mechanical Engineers, 2017:3-4. doi: 10.1115/DMD2017-3374

