

© Коллектив авторов, 2009

АНАТОМО-ХИРУРГИЧЕСКИЕ ПОДХОДЫ К ЛЕЧЕНИЮ СИМПАТИЧЕСКИ-ЗАВИСИМЫХ СИНДРОМОВ ВЕРХНЕЙ КОНЕЧНОСТИ (ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ)

А.И. Крупаткин, Н.А. Еськин, В.Г. Голубев, И.А. Кутепов,
М.В. Меркулов, Е.Ю. Федотов, В.Т. Зейналов, В.А. Кузьмичев

ФГУ «Центральный научно-исследовательский институт травматологии и ортопедии
им. Н.Н. Приорова Росмедтехнологий», Москва

Ключевые слова: симпатически-зависимые синдромы, симпатэктомия.

Anatomic and Surgical Approaches to Treatment of Sympathetically Dependant Syndromes of Upper Extremities

A.I. Krupatkin, N.A. Es'kin, V.G. Golubev, I.A. Kutepov, M.V. Merkulov,
E.Yu. Fedotov, V.T. Zeinalov, V.A. Kuz'michyov

Key words: sympathetically dependent syndromes, sympathectomy.

При повреждениях и заболеваниях верхних конечностей часто встречаются патологические состояния, в патогенезе которых ключевую роль играет дисфункция, и прежде всего активация симпатических нервных волокон и/или связанных с ними рецепторов. К их числу относятся симпатически-зависимые боли (чаще всего при комплексном регионарном болевом синдроме — КРБС), посттравматические и дегенеративные дистрофические синдромы (включая длительно не заживающие дефекты мягких тканей и костей [9], язвы), ангиографические синдромы (болезнь и синдром Рейно, в том числе при склеродермии), облитерирующие заболевания артерий конечностей, пальмарный и аксиллярный гипергидроз и др. Поскольку ткани конечностей лишены парасимпатической иннервации, состояние нервного компонента трофики и регуляции тканевых процессов во многом определяется соотношением симпатических адренергических и сенсорных пептидергических влияний [3, 5]. В связи с этим в лечении указанных синдромов особую роль приобретают хирургические вмешательства, направленные на снижение избыточной симпатической активности и восстановление баланса тканевой регуляции.

Целью настоящей работы было обобщение данных об анатомо-хирургических подходах к коррекции симпатически-зависимых синдромов верхней конечности.

Для хирургии симпатической нервной системы наибольшее значение имеют подходы к пре- и постганглионарным нервным волокнам.

Общий план строения симпатических путей от спинного мозга к периферическим тканям

Преганглионарные нейроны (ПН) симпатической системы находятся в боковых рогах грудного и поясничного сегментов на протяжении от 1–2-го грудного до 2–4-го поясничного сегмента [3]. Большинство ПН расположено в 7-й пластине серого вещества (преимущественно в промежуточно-боковом ядре, nucleus intermediolateralis), отдельные группы — в 5-й пластине и даже в области заднего рога. От ПН начинается «общий конечный путь» симпатической иннервации периферических тканей, а сами они служат конечными элементами центральной надсегментарной регуляции от супраспинальных структур. Аксоны ПН выходят из спинного мозга в составе передних корешков. После выхода из межпозвоночных отверстий они отделяются от спинальных нервов, образуя белые соединительные ветви (rami communicantes albi) с узлами (ганглиями) пограничного симпатического ствола. Белый цвет обусловлен тем, что эти волокна миелинизированы. Пограничный симпатический ствол составляют 24 пары узлов: 3 шейных,

12 грудных, 5 поясничных, 4 крестцовых. Переключение преганглионарных волокон происходит в ганглиях посредством холинергических синапсов (медиатор — ацетилхолин) непосредственно на ганглионарные нейроны (синоним — постганглионарные нейроны) или через интернейроны ганглиев. Интернейроны представляют собой малые интенсивно флуоресцирующие клетки (МНФ-клетки), содержащие биоамины. Их примерно в 1000 раз меньше, чем основных нейронов ганглиев. Постганглионарные симпатические волокна являются аксонами ганглионарных нейронов и представляют собой немиелинизированные С-волокна. По выходе из ганглия они формируют серые соединительные ветви (rami communicantes grisei) с соматическими спинальными нервами, после чего в составе смешанных спино-мозговых нервов следуют к периферическим тканям. Отдельные постганглионарные волокна могут соединяться со спинальными нервами также через белые соединительные ветви [25]. На протяжении зоны симпатического ствола от T1 до T10 серые ветви проецируются на соответствующий им спинальный нерв, например серые ветви от T4 узла соединяются с четвертым спинальным нервом. Особенность постганглионарных волокон состоит в том, что это длинные аксоны, которые по ходу не отдают промежуточных ветвей, и терминальные разветвления появляются только вблизи ткани-мишени [25].

Особенности путей симпатической иннервации верхних конечностей

Пути симпатической иннервации верхних конечностей имеют свои особенности. ПН, проецирующиеся на верхнюю конечность, могут располагаться в сегментах T2–T9, но их преимущественная локализация — сегменты T2–T6 [25]. После образования белых соединительных ветвей с соответствующими ганглиями симпатического ствола (второй—шестой грудные ганглии) аксоны ПН для верхней конечности проходят по симпатическому стволу в восходящем направлении, не прерываясь, до первого грудного ганглия (если он представлен изолированно). Звездчатый ганглий формируется за счет объединения нижнего шейного и первого грудного ганглиев. Это самый крупный узел грудного отдела симпатического ствола — у человека его длина составляет 8–42 мм, а ширина 10–20 мм [8]. Отсутствие звездчатого ганглия с наличием самостоятельных нижнего шейного и первого грудного узлов наблюдается в 8–25% случаев [39], и лишь в одной работе [14] фигурирует значение 62%. В звездчатом ганглии происходит переключение преганглионарных аксонов на нейроны ганглиев, откуда начинаются постганглионарные волокна. С помощью серых соединительных ветвей от звездчатого узла они соединяются со спинальными нервами, формирующими

плечевое сплетение. Спинальные грудные нервы ниже первого не участвуют в плечевом сплетении и в симпатической иннервации верхней конечности [23]. Ветви первого грудного нерва анастомозируют с плечевым сплетением и участвуют в симпатической иннервации рук.

Таким образом, возможности хирургических вмешательств на симпатическом стволе для коррекции вегетативных синдромов верхней конечности лимитируются анатомическими границами «звездчатый узел—ганглий Т6». При операциях ниже звездчатого ганглия в зоне Т2–Т6 узлов симпатолитиз обеспечивается блокадой преганглионарных волокон, восходящих к звездчатому узлу. Поскольку функционально звездчатый узел имеет тесные связи с внутренними органами (в том числе с сердцем) [8] и через него транзитом проходит в восходящем направлении преганглионарные волокна к верхнему шейному симпатическому узлу, обеспечивающему симпатическую иннервацию глаза, при радикальных вмешательствах на нем существует риск осложнений со стороны сердечной деятельности и развития синдрома Горнера. Поэтому предпочтительнее для операций на симпатическом стволе зона ниже звездчатого ганглия.

Другой важной сферой приложения хирургии могут быть постганглионарные симпатические волокна, непосредственно проходящие в конечностях как в составе смешанных нервов, так и периваскулярно по ходу магистральных сосудов. Периваскулярные ветви отходят от смешанных нервов на протяжении их хода в конечностях, вследствие чего обеспечивается своеобразная зонально-сегментарная иннервация сосудов. Доказательств существования «длинного» самостоятельного пути постганглионарных волокон по ходу сосудов до терминальных мишеней нет [25]. В связи с наличием артериально-венозных дуг сосуды кисти и пальцев могут получать симпатическую иннервацию от разных смешанных нервов. В отличие от иннервации соматическими волокнами конкретных дерматомов и миотомов конечностей, симпатическая иннервация не имеет четкого сегментарного и невального распределения.

В конечностях постганглионарные волокна осуществляют симпатическую иннервацию кровеносных и лимфатических сосудов, мышц, поднимающих волосы, жировых клеток, потовых желез (последних — за счет холинэргического пула постганглионарных волокон). Кроме того, циркулирующие катехоламины, выделяющиеся в том числе из периваскулярных симпатических волокон, участвуют в регуляции β -рецепторов скелетной мускулатуры [3]. Плотность симпатической иннервации сосудов кожи превышает таковую для сосудов скелетных мышц, а плотность иннервации артериального русла выше, чем венозного. Следует отметить, что среди постганглионарных нейронов в узлах симпатического ствола холинэргический пул составляет 10–15% от их общего количества в узле [7], в связи с чем основной пул симпатических волокон верхних конечностей составляют адренэргические постганглионарные волокна, в основном иннервирующие сосуды.

С помощью флюоресцентной микроскопии, выявляющей свечение катехоламин-содержащих ганглиев, было показано, что срединный нерв богаче симпатическими волокнами, чем локтевой, причем группы симпатических волокон как на предплечье, так и в области пальцевых нервов располагаются преимущественно в периферических зонах поперечного среза нервов. В срезах срединного нерва обнаруживались 6–8 таких флюоресцентных зон, тогда как в локтевом — 3–4 группы [37]. При иммуногистохимическом исследовании Balogh и соавт. [13] уточнили, что группы симпатических волокон в этих нервах присутствовали только в эндопериальном луч-

ках, в пери- и эпинеурии их не было. Более того, хотя проксимальнее кисти число симпатических волокон в срединном нерве было больше, после деления на уровне пальцевых нервов эти различия сглаживались. Так, среди ладонных пальцевых нервов достоверные различия выявлялись только между нервом с лучевой стороны I пальца и с локтевой стороны IV пальца, а также между нервом с лучевой стороны указательного пальца и обоими пальцевыми нервами V пальца [13]. С этих позиций симпатическая иннервация I-II пальца кисти носит смешанный (невальный и периваскулярный) характер и тесно связана с нейростволовым компонентом.

В симпатической иннервации кисти участвует самостоятельная ладонная кожная ветвь локтевого нерва, отходящая от него в проксимальной трети предплечья — нерв Хенле (описан в 1968 г. J. Henle). Он содержит сенсорные и симпатические волокна. Этот нерв иннервирует локтевую артерию и кожу гипотенара [35]. По данным Balogh и соавт. [12], из 52 конечностей нерв Хенле обнаруживался на 30 (58%). В исследованных образцах нерв начинался на 5–11 см дистальнее медиального надмыщелка плечевой кости; в начале он был покрыт общей с локтевым нервом фиброзной оболочкой и сопровождал его на протяжении 2–5 см, далее поворачивал радиально, иннервируя локтевую артерию и вены, и продолжал ход дистальнее в глубину или сзади мышечных ветвей локтевой артерии [12]. Эти же авторы выделили 4 типа топографии нерва Хенле: I тип, или локтевой (43%), — основной ствол следует по ходу локтевой артерии, отдает 3–5 ветвей к области кожи гипотенара; II тип, или лучелоктевой (23%), — основной ствол следует дистально по ходу локтевой артерии, отдает 2 ветви, одна из которых идет к коже локтевого края кисти, другая — к подкожной клетчатке, пересекая сухожилие длинной ладонной мышцы; III тип, или связанный с сосудом (20,5%), — мелкие ветви к локтевой артерии распространяются вниз к ладонной артериальной дуге, ниже кожных ответвлений нет; IV тип, или лучевой (13,5%), — основной ствол идет по ходу локтевой артерии вниз к ладонной дуге, две ветви идут к подкожной клетчатке и пересекают сухожилие длинной ладонной мышцы. При выполнении периваскулярной симпатэктомии на предплечье целесообразно одновременно пересекать нерв Хенле как дополнительный источник симпатической иннервации кисти.

Вариабельность связей верхнегрудного отдела симпатического ствола

Анатомия верхнегрудного отдела симпатического ствола более вариабельна по сравнению с другими его отделами [44], причем многие анатомические варианты встречаются более чем у половины популяции, что имеет важное значение с хирургической точки зрения. Эта вариабельность касается вклада конкретных симпатических ганглиев в иннервацию верхних конечностей, соединительных ветвей и связей верхнегрудных межреберных нервов.

Эмпирически установлено, что вмешательства не на всех Т2–Т6 узлах одинаково эффективны для десимпатизации верхних конечностей. В настоящее время признано, что наибольший эффект симпатолитиза, в частности при гипергидрозе рук, достигается после вмешательства на Т2–Т4 ганглиях, хотя конкретные уровни вмешательства не определены. Широкая торакоскопическая симпатэктомия Т2–Т4 в сочетании с удалением соединительных ветвей оказалась высокоэффективной при гипергидрозе рук в 96,3% случаев [40]. Yano и Fujii [49] предлагают при пальмарном гипергидрозе производить симпатэктомию на уровне обоих Т2 и Т3 гангли-

ев, поскольку резекция только Т2 ганглия была недостаточной из-за высокой частоты возврата симптомов в отдаленные сроки. Montessi и соавт. [36] после термальной абляции выше ганглия Т2 получили 94%, выше Т3 — 89% и выше Т4 — 80% хороших результатов лечения пальмарного гипергидроза, хотя абляция на последнем уровне отличалась меньшим числом осложнений в виде компенсаторного рефлекторного потоотделения туловища. Chang и соавт. [15] при сравнении результатов торакоскопической симпатэктомии на уровне Т2, Т3 и Т4 не выявили различий в степени десимпатизации кисти, но в последнем случае частота и выраженность компенсаторного потоотделения и избыточной сухости кожи ладоней была ниже. Аналогичные данные по частоте и выраженности осложнений приводят Wolosker и соавт. [48] при сравнении симпатэктомии на уровне Т3 и Т4. Weksler и соавт. [45] рекомендуют вмешательства на Т3 ганглии при пальмарном гипергидрозе, а на Т3–Т4 ганглиях — при аксиллярном гипергидрозе. Sciuchetti и соавт. [42] сообщают о 98% хороших результатов с отсутствием возврата симптомов в течение 17 мес у больных пальмарным и пальмарно-аксиллярным гипергидрозом после клипирования узла Т3, при этом умеренный компенсаторный гипергидроз туловища отмечался у 22% больных. В целом для осуществления десимпатизации верхних конечностей более целесообразны вмешательства на уровне Т2–Т4 и особенно Т3–Т4 узлов.

Вариабельность серых соединительных ветвей изучена Cho и соавт. [17] при исследовании 84 симпатических стволов у 42 трупов. Показано, что от каждого ганглия может отходить не одна, а несколько ветвей, в среднем 1,6–2,5. Выделены три типа их связей с межреберными нервами. При нормальном типе соединение с межреберными нервами осуществляется на одном и том же уровне, при восходящем типе имеются восходящие соединительные ветви к межреберным нервам следующего, более высокого уровня, при нисходящем — к межреберным нервам следующего, более низкого уровня. Наибольшая вариабельность отхождения ветвей наблюдалась на уровне ганглия Т2. От узла Т2 в 66,7% случаев отходили восходящие или нисходящие ветви, а одновременно оба типа встречались в 33,3% случаев. От узла Т3 восходящие или нисходящие ветви отходили в 32% случаев, от узла Т4 — в 13,1%. Доминировала односторонняя анатомическая вариабельность, симметричные варианты на правом и левом симпатических стволах наблюдались только в 14,3% случаев. Наличие дополнительных симпатических путей между ганглиями и межреберными нервами может служить источником остаточной симпатической иннервации и недостаточного симпатолитического эффекта после изолированного вмешательства на симпатическом стволе. В связи с этим пересечение дополнительных ветвей (рамикотомия) вне симпатического ствола целесообразно планировать как этап операции.

Важное значение могут иметь дополнительные симпатические связи между межреберными нервами. Американский нейроанатом A. Kuntz [31] в 1927 г. описал в первом межреберном пространстве нервную ветвь (нерв Кунца), идущую от второго межреберного нерва к передней ветви первого грудного нерва проксимальнее участка, где последний отдает большую ветвь к плечевому сплетению. Встречаемость нерва Кунца в первом межреберном промежутке варьирует, по данным разных авторов, от 38% [26] до 75% [29], но чаще приводятся значения 61% [39] и 66,7% [22]. Локализуется нерв Кунца у взрослых на расстоянии 2,3–15,7 мм латеральнее узла Т2 [39] или 9,7±3 мм латеральнее Т1 ганглия [34]. Чаще нерв Кунца обнаруживается при наличии звездчатого ганглия, в случаях, когда имеются самосто-

ятельные нижний шейный и первый грудной узлы, его встречаемость составляет 3% [39]. При видеоторакоскопии на одних и тех же трупах нерв Кунца выявлялся реже (в 12,1% случаев), чем при секционным исследованием (66,7%; $p=0,003$) из-за низкой цветовой контрастности. В связи с этим в ходе операций предлагается ориентироваться на субплевральные вены, параллельные нерву Кунца и выявляемые при торакоскопии в 62,5% случаев [34]. Кроме нерва Кунца, была обнаружена первоначально Kirgis [28] в 58% случаев [28], а затем и другими авторами — в 55% [29], в 3% случаев [26] еще одна дополнительная ветвь между третьим и вторым межреберными нервами, по которой постганглионарные волокна от третьего узла направляются ко второму межреберному нерву и далее через первый внутригрудной нерв к плечевому сплетению. В то же время Ramsagar и соавт. [39] не нашли этой ветви в своих исследованиях. При операциях на звездчатом ганглии пересечение нерва Кунца имеет большое значение для устранения дополнительной симпатической иннервации и достижения выраженной десимпатизации верхней конечности; при операциях на узлах Т2–Т4 значение этого нерва требует оценки в конкретных ситуациях.

Следует подчеркнуть, что интраоперационное обнаружение дополнительных источников симпатической иннервации (соединительные ветви, связи между межреберными нервами) наиболее доступно при наличии торакоскопического оборудования с увеличительной техникой и знании анатомических ориентиров.

Варианты хирургических вмешательств на симпатических путях к верхней конечности

Общепринятой классификации хирургических вмешательств на симпатических путях верхних конечностей нет. Возможны операции как на симпатическом стволе, так и непосредственно на постганглионарных волокнах конечностей. Периартериальная симпатэктомия была предложена в 1913 г. Leriche [33], а операции на симпатическом стволе стали широко доступны после обоснования Hughes в 1942 г. [24] возможности торакоскопических подходов к симпатэктомии.

При операциях на пограничном стволе используются симпатэктомия (резекция или абляция ганглия), симпатикотомия (пересечение симпатического ствола вне ганглиев), симпатические блокады ганглиев, клипирование симпатического ствола выше и ниже ганглиев, рамикотомия (пересечение соединительных ветвей без повреждения симпатического ствола и ганглиев), пересечение дополнительных путей симпатической иннервации [45]. Техника рамикотомии узлов Т2–Т4 или Т2–Т5 предложена в 1992 г. Wittmoser [47], она подтвердила свою эффективность, в частности при лечении пальмарного гипергидроза, хотя при ее применении возможны более частые рецидивы гипергидроза, чем после симпатэктомии [16].

Непосредственно на конечностях производят удаление адвентиции артерий и/или вен, но чаще периартериальную симпатэктомию. Описана методика выполнения периартериальной симпатэктомии с помощью криодеструктора — путем двукратного воздействия на адвентицию температурой -186°C с экспозицией 10 с (периартериальная криосимпатодеструкция) [5]. Хотя при поражении верхних конечностей болезнью Рейно симпатэктомия эффективна не во всех случаях, сообщается, что удаление адвентиции пальцевых артерий на протяжении 1–2 см [20], 0,3–2 см [46], общепальцевых артерий на протяжении 5–10 мм [19], расширенная симпатэктомия с захватом ладонных дуг [27], а также на уровне лучевой и локтевой артерий на про-

тяжении 1,5 см [30], особенно при выраженной дигитальной ишемии, приводили к достоверному улучшению кровообращения и трофики кисти.

Симпатэктомия на уровне от нижней трети звездчатого ганглия до узла Т3 была эффективной в лечении ишемии верхних конечностей II–IV степени на фоне синдрома Рейно, облитерирующего эндартериита, атеросклероза артерий, их постэмболических окклюзий: хороший клинический результат при II степени ишемии верхних конечностей получен у 100% больных, при ишемии III степени — у 60%, при ишемии IV степени — у 25% [6]. В работах других авторов показана эффективность верхнегрудной симпатэктомии в лечении ишемических заболеваний верхней конечности [32].

При КРБС, учитывая роль симпатического компонента в его патогенезе, снижение симпатической активности имеет важное лечебное значение [4]. По нашему опыту лечения больных с КРБС, торакоскопическое клипирование симпатического ствола двумя титановыми клипсами выше и ниже узла Т3 высокоэффективно для устранения симпатически-зависимых синдромов с быстрым достижением хороших результатов у 78% больных с I–III стадией процесса. Преимуществами данного метода являются малая инвазивность, обеспечение выраженной десимпатизации, отсутствие эффекта раздражения симпатических ганглиев (в отличие от метода блокады ганглиев), возможность восстановления симпатической иннервации в отдаленные сроки (за счет отсутствия полного разрушения симпатического ствола и сохранения отдельных межганглионарных волокон), достоверно более быстрое восстановление функции конечности, чем при консервативном лечении. Важным является адекватный отбор больных: наилучший клинический эффект отмечался в ранние сроки развития КРБС и при индивидуально подтвержденной симпатической зависимости его патогенеза [2]. Другие авторы [1, 10, 18, 43] сообщают об эффективности при КРБС более радикальных операций на симпатическом стволе (торакоскопическая симпатэктомия). Однако получение хорошего лечебного результата у больных с КРБС не строго коррелирует со степенью симпатолитиза и при этом, в отличие от облитерирующих сосудистых заболеваний, не требуется достижения состояния длительной и выраженной десимпатизации тканей. Вмешательства на симпатическом стволе обеспечивают большую степень десимпатизации верхней конечности и дистального торможения симпатической активности, чем регионарное устранение периваскулярного симпатического компонента. Но, как показывает наш опыт лечения больных с симпатически-зависимыми формами КРБС, периапериартериальная симпатэктомия на уровне плечевой артерии с удалением адвентиции на протяжении 5 см или одновременно адвентиции лучевой и локтевой артерий в нижней трети предплечья также достаточно эффективна (и при этом технически проще), хотя эффект клинического улучшения проявляется несколько отсроченно. Сегментарные периваскулярные симпатэктомии на протяжении 5 см на уровне плечевого сосудистого пучка обеспечивают стойкое торможение симпатической активности, проецирующееся как центрально, так и дистальнее зоны операции — на ткани кисти и пальцев. По нашему опыту, при периваскулярной симпатэктомии плечевого сосудистого пучка (плечевой артерии и обеих плечевых вен) достигается большая степень симпатолитиза, чем при периапериартериальной симпатэктомии.

Показана низкая эффективность блокады звездчатого узла как метода дооперационного подтверждения симпатической зависимости боли при КРБС [41]. Исходы симпатэктомии на уровне симпатического ствола не

коррелировали с результатами дооперационных блокад звездчатого узла [43] — вероятно, в том числе и из-за наличия дополнительных источников иннервации. Значение блокады звездчатого узла в лечении КРБС установилось только в ранние сроки заболевания — до 3 мес [11], непосредственный лечебный эффект блокады непродолжителен (несколько часов), что требует их неоднократного выполнения. Для повышения эффективности блокады предложен доступ с широким распространением анестетика — на зону не только звездчатого ганглия, но и более дистальных ганглиев и в латеральных направлениях с захватом нерва Кунца [38]. Еще одним фактором низкой эффективности блокады звездчатого узла может быть неадекватный выбор анестетика, лучший эффект ожидается от применения битокса, способного специфически блокировать холинергическую передачу в симпатических узлах. Хотя блокада ветвей плечевого сплетения местными анестетиками при использовании катетера в режиме постоянной инфузионной аналгезии и уменьшала выраженность боли у 75% больных с КРБС, но этот эффект ограничивался периодом непосредственного действия блокады и она не вызывала достоверного снижения симпатической активности [21].

Таким образом, наиболее рациональными в хирургии симпатических путей к верхним конечностям являются подходы к пре- и постганглионарным нервным волокнам, в связи с чем применяются операции на верхнегрудном отделе симпатического ствола (преимущественно ганглии Т2–Т4, дополнительные источники симпатической иннервации) и периваскулярная симпатэктомия конечностей. Видеоторакоскопическая методика оптимальна для выполнения операций на симпатическом стволе. Выбор необходимой степени десимпатизации тканей определяется особенностями нозологической формы заболевания.

ЛИТЕРАТУРА

1. Абаев Г.Т., Оганов И.М., Анфилов С.В. Грудная симпатэктомия при синдроме Зудека // Воен. - мед журн. — 1982. — N 10 — С. 58.
2. Голубев В.Г., Крупаткин А.И., Зейналов В.Т. и др. Новые возможности лечения комплексного регионарного болевого синдрома верхней конечности с помощью торакоскопической симпатэктомии // Вестн. РАМН. — 2008. — N 8 — С. 52–55.
3. Крупаткин А.И. Клиническая психофизиология конечностей (периваскулярная иннервация и нервная трофика) — М., 2003.
4. Крупаткин А.И., Решетняк В.К., Бергезов М.А. и др. Нейрососудистые патогенетические и диагностические аспекты посттравматического комплексного регионарного болевого синдрома // Кремлевская медицина. — 2007. — N 1 — С. 77–83.
5. Кузнецова Н.Л., Крупаткин А.И. Периапериартериальная криосимпатодеструкция в комплексном лечении вегетативных нарушений. — М., 2007.
6. Курганский О.В. Верхнегрудная симпатэктомия в лечении ишемии верхних конечностей при дистальных поражениях артериального русла // Хирургия. — 2006. — N 6 — С. 49–53.
7. Ноздрачев А.Д. Химическая структура периферического автономного (висцерального) рефлекса // Успехи физиол. наук. — 1996. — Т. 27, N 2 — С. 28–60.
8. Ноздрачев А.Д., Фатеев М.М. Звездчатый ганглий. Структура и функции. — СПб., 2002.
9. Рубашов С.М. О периапериартериальной симпатэктомии при плохо заживающих переломах // Врачебное дело. — 1923. — N 5. — С. 403–404.
10. Фокин А.А., Орехова Л.А. Лечение синдрома Зудека путем грудной симпатэктомии через торакоскоп // Ортопед. травматол. — 1978. — N 8 — С. 61–62.
11. Ackerman W.E., Zhang J.M. Efficacy of stellate ganglion blockade for the management of type I complex regional

- pain syndrome // *South Med J.* — 2006. — Vol. 99, N 10. — P. 1084–1088.
12. Balogh B., Valencak J., Vesely M. et al. The nerve of Henle: An anatomic and immunohistochemical study // *J. Hand Surg.* — 1999. — Vol. 24A. — P. 1103–1108.
 13. Balogh B., Auterith A., Behrus R. et al. The sympathetic axons of the nerves of the hand // *Handchir. Mikrochir. Plast. Chir.* — 2002. — Vol. 34, N 6. — P. 369–373.
 14. Becker R.F., Grunt J.A. The cervical sympathetic ganglia // *Anatomical Record.* — 1957. — Vol. 127. — P. 1–14.
 15. Chong Y.T., Li H.P., Lee J.Y. et al. Treatment of palmar hyperhidrosis: T4 level compared with T3 and T2 // *Ann. Surg.* — 2007. — Vol. 246, N 2. — P. 330–336.
 16. Cho H.M., Chung K.Y., Kim D.J. et al. The comparison of VATS ramicotomy and VATS sympatnectomy for treating essential hyperhidrosis // *Yonsei Med J.* — 2003. — Vol. 44, N 6. — P. 1008–1013.
 17. Cho H.M., Lee D.Y., Sung S.W. Anatomical variations of rami communicantes in the upper thoracic sympathetic trunk // *Eur. J. Cardiothorac. Surg.* — 2005. — Vol. 27. — P. 320–324.
 18. Duarte B.V., Kuc P., Duarte D.F. Endoscopic thoracic sympatnectomy for the treatment of complex regional pain syndrome // *Clin. Auton. Res.* — 2003. — Vol. 13, Suppl. 1. — P. 158–162.
 19. Elyoff D.V., Mifsud R.P., Verdan C. Superselective digital sympatnectomy in Raynaud's phenomenon // *Hand.* — 1982. — Vol. 15. — P. 110–114.
 20. Flatt A.E. Digital artery sympatnectomy // *J. Hand Surg.* — 1980. — Vol. 5. — P. 550–556.
 21. Gradl G., Beyer A., Azad S., Schurmann M. Evaluation of sympatnectomy after continuous brachial plexus analgesia using laser Doppler flowmetry in patients suffering from CRPS // *Anesthesiol. Intensivmed. Notfallmed. Schmerzther.* — 2005. — Vol. 40, N 6. — P. 345–349.
 22. Groen G.I., Baljet B., Boekelaar A.B., Drukker J. Branches of the thoracic sympathetic trunk in the human fetus // *Anatomy and Embryology.* — 1987. — Vol. 176. — P. 401–411.
 23. Hoffman H.H. An analysis of the sympathetic trunk and rami in the cervical and upper thoracic regions in man // *Ann. Surg.* — 1957. — Vol. 145. — P. 94–103.
 24. Hughes J. Endothoracic sympatnectomy // *Proc. R. Soc. Med.* — 2008. — Vol. 35. — P. 585–586.
 25. Janig W. The integrative action of the autonomic nervous system. Neurobiology of homeostasis. — Cambridge Univ. Press, 2006.
 26. Jit L., Mukerjee R.N. Observations on the anatomy of the human thoracic sympathetic chain and its branches, with an anatomical assessment of operations for hypertension // *J. Anatomical Soc. Ind.* — 1960. — Vol. 9. — P. 55–82.
 27. Jones N.F. Acute and chronic ischemia of the hand: pathophysiology, treatment and prognosis // *J. Hand Surg.* — 1991. — Vol. 16A. — P. 1074–1083.
 28. Kirgis H.D. A ramus connecting the third and second thoracic nerves, a probable pathway through which sympathetic fibres from the third thoracic segment may enter the brachial plexus // *Anatomical Record.* — 1941. — Vol. 79. — P. 37–38.
 29. Kirgis H.D., Kuntz A. Inconstant sympathetic neural pathways: their relation to sympathetic denervation of the upper extremity // *Arch. Surg.* — 1942. — Vol. 44. — P. 95–102.
 30. Koman L.A., Smith B.P., Pollock F.E. Jr. et al. The microcirculatory effects of peripheral sympatnectomy // *J. Hand Surg.* — 1995. — Vol. 20A. — P. 709–717.
 31. Kuntz A. Distribution of the sympathetic rami to the brachial plexus: its relation to sympatnectomy affecting the upper extremity // *Arch. Surg.* — 1927. — Vol. 15. — P. 871–877.
 32. Lee A.D., Agarwal S., Sadhu D. A 7-year experience with thoracoscopic sympatnectomy for critical upper limb ischemia // *World J. Surg.* — 2006. — Vol. 30, N 9. — P. 1644–1647.
 33. Leriche R. Indications et resultants de la sympatnectomie periarterielle dans la chirurgie des membres // *Presse Med.* — 1927. — Vol. 35. — P. 143–146.
 34. Marhold F., Izay B., Zacheri J. et al. Thoracoscopic and anatomic landmarks of Kuntz nerve: implications for sympatnectomy // *Ann. Thorac. Surg.* — 2008. — Vol. 86, N 5. — P. 1653–1658.
 35. McCabe S.J., Kleiner J.M. The nerve of Henle // *J. Hand Surg.* — 1990. — Vol. 15A. — P. 784–788.
 36. Montessi J., Almeida E.P., Vieira J.P. et al. Video-assisted thoracic sympatnectomy in the treatment of primary hyperhidrosis: a retrospective study of 521 cases comparing different levels of ablation // *J. Bras. Pneumol.* — Vol. 2007. — Vol. 33, N 3. — P. 248–254.
 37. Morgan R.F., Reisman N.R., Wilgis E.F. Anatomic localization of sympathetic nerves in the hand // *J. Hand Surg.* — 1983. — Vol. 8A, N 3. — P. 283–288.
 38. Pather N., Singh B., Partab P. et al. The anatomical rationale for an upper limb sympatnectomy blockade: preliminary report // *Surg. Radiol. Anat.* — 2004. — Vol. 26, N 3. — P. 178–181.
 39. Ramsaroop L., Partab P., Singh B., Satyapal K.S. Thoracic origin of a sympathetic supply to the upper limb: the «nerve of Kuntz» revisited // *J. Anat.* — 2001. — Vol. 199. — P. 675–682.
 40. Rathinam S., Nanjiah P., Sivalingam S., Rajesh P.B. Excision of sympathetic ganglia and the rami communicantes with histological confirmation offers better early and late outcomes in video assisted thoracoscopic sympatnectomy // *J. Cardiothorac. Surg.* — 2008. — Vol. 3. — P. 50–56.
 41. Schurmann M., Gradl G., Witzgal I. et al. Clinical and physiologic evaluation of stellate ganglion blockade for complex regional pain syndrome type I // *Clin. J. Pain.* — 2001. — Vol. 17, N 1. — P. 94–100.
 42. Sciuchetti J.F., Corti F., Ballabio D., Angeli M.C. Results, side effects and complications after thoracoscopic sympatnectomy by clamping: The monza clinical experience // *Clin. Auton. Res.* — 2008. — Vol. 18, N 2. — P. 80–83.
 43. Singh B., Moodley J., Shaik A.S., Robbs J.V. Sympatnectomy for complex regional pain syndrome // *J. Vasc. Surg.* — 2003. — Vol. 37, N 3. — P. 508–511.
 44. Van der Kloot V.R., Drukker J., Lemmens H.A.J., Grep J.M. The high thoracic sympathetic nerve system — its anatomic variability // *J. Surg. Res.* — 1986. — Vol. 40. — P. 112–119.
 45. Weksler B., Luketich J.D., Shende M.R. Endoscopic thoracic sympatnectomy: at what level should you perform surgery? // *Thorac. Surg. Clin.* — 2008. — Vol. 18, N 2. — P. 183–191.
 46. Wilgis E.F.S. Digital sympatnectomy for vascular insufficiency // *Hand Clinics.* — 1985. — Vol. 1. — P. 361–367.
 47. Wittmoser R. Thoracoscopic sympatnectomy and vagotomy // *Operative manual of endoscopic surgery.* Eds. A. Cuschieri, G. Buess, J. Perissat. — New York, 1992. — P. 110–133.
 48. Wolosker N., Yazbek G., Ishy A. et al. Is sympatnectomy at T4 level better than at T3 level for treating palmar hyperhidrosis? // *J. Laparoendosc. Adv. Surg. Tech.* — 2008. — Vol. 18, N 1. — P. 102–106.
 49. Yano M., Fujii Y. Endoscopic thoracic sympatnectomy for palmar hyperhidrosis // *Ann. Thorac. Cardiovasc Surg.* — 2006. — Vol. 12, N 2. — P. 81–82.

Сведения об авторах: Крупаткин А.И. — профессор, доктор мед. наук, ведущий науч. сотр. отделения функциональной диагностики ЦИТО; Еськин Н.А. — профессор, доктор мед. наук, зам. директора ЦИТО по научной работе; Голунов В.Г. — профессор, доктор мед. наук, зав. отделением хирургии кисти и микрохирургии ЦИТО; Кутепов И.А. — аспирант ЦИТО; Меркулов М.В. — канд. мед. наук, науч. сотр. отделения хирургии кисти и микрохирургии ЦИТО; Федотов Е.Ю. — канд. мед. наук, врач консультативной поликлиники ЦИТО; Зейналов В.Т. — канд. мед. наук, врач консультативной поликлиники ЦИТО; Кузьмичев В.А. — канд. мед. наук, врач торакального отделения МОНИКИ им. М.Ф. Владимирского.

Для контактов: Крупаткин Александр Ильич. 127299, Москва, ул. Приорова, дом 10, ЦИТО. Тел. (495) 450-37-01. E-mail: arch2003@mail.ru