

УДК 615.828:612.8.01

© Ф. Гаде, 2019

<https://doi.org/10.32885/2220-0975-2019-3-4-150-163>

Сегментарная иннервация: графический синтез соответствий между дерматомами, миотомами, склеротомами и висцеротомами

Систематический обзор научных работ и публикаций о дерматомах, миотомах, склеротомах и висцеротомах для разработки графического синтеза соматовисцеральных соответствий

Филипп Гаде

13530 Франция, Тре, ул. Тумулус, д. 102
e-mail: philippe.gadet@orange.fr

Данная статья предлагает вашему вниманию графический синтез, представленный в виде иллюстрации соматовисцеральных соответствий, выполненный благодаря обзору существующих научных публикаций о дерматомах, миотомах, склеротомах и висцеротомах. Фундаментальные концепции остеопатии соответствия медуллярных уровней иннервации между соматическими структурами и внутренними органами представлены в виде графического синтеза.

Цель статьи и результирующей иллюстрации — обзор публикаций, посвященных дерматомам, миотомам, склеротомам и висцеротомам, начиная с самых ранних работ по этой теме и заканчивая недавними исследованиями, подтвержденными достаточным объемом доказательств, на французском, английском и немецком языках. Были использованы данные из поисковых систем (GoogleScholar, JSTORSearch, MEDLINE/Pubmed, Web of Science), а также материалы из всех медицинских библиотек, в том числе доступных в режиме онлайн. Собранные данные были использованы для расчета соответствия между дерматомами, миотомами, склеротомами и висцеротомами.

Заключение. Представлен графический синтез соответствий областей иннервации в теле человека между соматическими и висцеральными структурами и органами. Эти изображения неврологических связей структур соответствуют принципам системного и целостного лечения пациентов с соматическими дисфункциями. Дальнейшие экспериментальные исследования с использованием инструментов визуализации и современных технологических достижений должны способствовать более полному анализу неврологических соответствий между разными структурами, а также лучшему пониманию эффективности остеопатической коррекции.

Ключевые слова: дерматомы, миотомы, иррадиирующая боль, склеротомы, сегментарная иннервация, висцеротомы, соматический, висцеральный

Для цитирования: Гаде Ф. Сегментарная иннервация: графический синтез соответствий между дерматомами, миотомами, склеротомами и висцеротомами. Систематический обзор научных работ и публикаций о дерматомах, миотомах, склеротомах и висцеротомах для разработки графического синтеза соматовисцеральных соответствий. Российский остеопатический журнал. 2019; 3–4 (46–47): 150–163. <https://doi.org/10.32885/2220-0975-2019-3-4-150-163>

For citation: Gadet Ph. Segmental innervation: a graphic synthesis of correspondence between dermatomes, myotomes, sclerotomes and viscerotomes. Systematic review of existing works and publications about dermatomes, myotomes, sclerotomes and viscerotomes aimed to design a graphic synthesis of somato-visceral correspondences. Russian Osteopathic Journal. 2019; 3–4 (46–47): 150–163. <https://doi.org/10.32885/2220-0975-2019-3-4-150-163>

UDC 615.828:612.8.01
<https://doi.org/10.32885/2220-0975-2019-3-4-150-163>

© Ph. Gadet, 2019

Segmental innervation: a graphic synthesis of correspondence between dermatomes, myotomes, sclerotomes and viscerotomes

Systematic review of existing works and publications about dermatomes, myotomes, sclerotomes and viscerotomes aimed to design a graphic synthesis of somato-visceral correspondences

Philippe Gadet

102 Chemin des tumulus, Trets, France 13530
e-mail: philippe.gadet@orange.fr

This article proposes a graphic synthesis in the form of an illustration of somato-visceral correspondences achieved through a literature review of existing publications about dermatomes, myotomes, sclerotomes and viscerotomes. Fundamental concepts of osteopathy, correspondence of the medullary levels of innervation between the somatic structures and visceral organs is proposed in the form of a graphic synthesis.

The goal of research. Relevant studies in French, English and German language have been collected. Dedicated search engines, Google Scholar, JSTOR Search, MEDLINE/ Pubmed, Web of Science have been consulted as well as all specific medical libraries accessible on-line and on-site. Synthesis of collected data has been used to design correspondences between dermatomes, myotomes, sclerotomes and viscerotomes.

Conclusion. The aim of this systematic review suggests a graphical synthesis correspondence of the innervation areas in human body between somatic structures and visceral structures and organs. These illustrations of a neurological correspondence between structures highlight the principles of global management for a person carrying somatic dysfunctions. Further experimental investigations using imaging tools and current technological advances should help to a more complete elaboration of neurological correspondences between structures as well as understand the process of osteopathic therapy effectiveness.

Key words: dermatomes, myotomes, referred pain, sclerotomes, segmental innervation, viscerotomes, somatic, visceral

Введение

Соответствие медуллярных уровней иннервации между соматическими структурами и внутренними органами является одним из фундаментальных понятий в обучении и практике остеопатии. Это сегментарное распределение корешков спинномозговых нервов определяет топографию областей иннервации (дерматомы, миотомы, склеротомы и висцеротомы) в зависимости от глубины и расположения разных структур. В этом систематическом обзоре мы собрали данные о специфических областях иннервации и синтезировали их для визуализации полученных соответствий.

Индивидуальная вариабельность топографии областей иннервации человеческого тела связана с эмбриогенезом и поддерживается распределением, являющимся результатом метамерии [1–3]. Метамерия — это разделение эмбриона на ряд сегментов, которые становятся сомитами в конце своей эволюции. Сегментарное деление парааксиального мезобласта образует сомиты как основные единицы метамерии и временного эмбрионального органа. Каждый из этих сомитов содержит клеточный материал, который дает начало дерматомам, миотомам и склеротомам. Висцеротомы, определяемые в соответствии с той же концепцией, происходят из промежуточного мезобласта, лежащего в основе будущей почки и половых желез, и из латерального мезобласта, лежащего в основе

висцерального отдела пищеварительного тракта. Дерматомы, миотомы, склеротомы и висцеротомы определяют области иннервации различных структур, которые они содержат.

Многочисленные варианты иллюстраций, изображающих дерматомы, миотомы, склеротомы или висцеротомы, могут запутать читателя и затруднить понимание, синтез и, следовательно, запоминание этой информации. Цель этой статьи и результирующей иллюстрации — обзор публикаций, посвященных дерматомам, миотомам, склеротомам и висцеротомам, начиная с самых ранних работ по этой теме и заканчивая недавними исследованиями, подтвержденными достаточным объемом доказательств (используя шкалу GRADE для оценки качества доказательств и силы рекомендаций [4]).

Данная работа позволила выявить расхождения между многочисленными иллюстрациями областей иннервации, содержащимися в литературе, а также предложить итоговую иллюстрацию дерматомов, миотомов, склеротомов и висцеротомов, основанную на оригинальных публикациях и дополненную данными самых последних публикаций на эту тему. Благодаря специально обработанной графике хорошо выявляются неврологические связи органов и структур тела в соответствии с медуллярными уровнями их иннервации.

Источники данных, их поиск и оценка качества. В этом литературном обзоре мы сначала определили оригинальные публикации, взятые в качестве рабочей базы (первичная литература), и оценили одну из этих публикаций в соответствии с концептуальной шкалой GRADE [1, 5]. Затем мы последовательно изучили публикации вплоть до 2017 г. (вторичная литература), убедившись, что в библиографии этих публикаций содержалась по крайней мере одна или несколько перечисленных оригинальных публикаций из первичной литературы. Третий этап исследования (третичная литература) позволил провести перекрестную проверку информации и списка литературы при помощи книг, охватывающих весь период исследования.

- Первичная литература: конец XIX в. был выбран в качестве отправной точки, поскольку предыдущие публикации вышли из употребления или никогда не упоминались из-за недостаточной достоверности.
- Вторичная литература: были отобраны соответствующие исследования на французском, английском и немецком языках, был проведен поиск информации в специальных поисковых системах — Google Scholar, JSTOR Search, MEDLINE / Pubmed, Web of Science.
- Третичная литература: книги и документы с библиографическими ссылками из первичной и вторичной литературы, доступные в электронных или локальных медицинских библиотеках.

Критерии включения:

- эксперименты, проводимые в начале XIX в., которые не были признаны необоснованными и до сих пор не оспаривались с клинической точки зрения в последующих достоверных исследованиях;
- исследования, подтвержденные научным консорциумом (если четко оговорено);
- исследования, содержащие одну или несколько библиографических ссылок на оригинальные публикации, взятые в качестве рабочей базы.

Критерии исключения:

- иллюстрации, не имеющие известных ссылок или для которых не были четко установлены оригинальные и/или библиографические ссылки;
- исследования с недостоверными протоколами;
- публикации, в которых методы или протоколы исследования были нечетко объяснены и детализированы.

Синтез и анализ данных

Дерматомы. Они отражают соответствия между кожей и нервной системой. В конце XIX в. первые работы, посвященные дерматомам, описывали, в основном, результаты вскрытия трупов, а также

экспериментов на животных [2]. С. Шеррингтон изучал остаточную чувствительность после рассечения терминальных нервных ответвлений у обезьян [6, 7]. Он обнаружил, что в части верхней конечности удивительным образом сохранялась чувствительность после резекции нервных корешков шейного отдела. Он был первым, кто обнаружил сенсорную иннервацию медиального отдела руки первыми грудными корешками (T1). В начале 1900-х гг. Г. Хэд и А. У. Кэмпбелл провели исследование, посвященное опоясывающему герпесу, и сделали широко известную публикацию о первом исследовании дерматомов [8]. Г. Хэд и А. У. Кэмпбелл предоставили клинические отчеты более чем о 500 пациентах с заболеваниями внутренних органов или опоясывающим герпесом. Результаты этих исследований дерматомов и иррадирующей боли остаются неоспоримой базой данных для многочисленных последующих работ в данной области [8, 9]. После их публикаций Г. Хэд впервые описал «висцерокожный» рефлекс — гипералгезию, локализованную на определенном участке кожи, связанном при помощи иннервации на спинальном уровне с патологическим органом [10].

Примерно в тот же период немецкий врач-невролог О. Фёрстер опубликовал результаты своей работы в качестве хирурга во время Первой мировой войны [11]. Он провел ряд исследований по эпилепсии, которые дополнили его работу, установив связь пораженных областей мозга и последствий для периферической нервной системы. О. Фёрстер взял за основу работы С. Шеррингтона и Г. Хэда и провел эксперименты по ризотомии на людях (спорные с этической точки зрения). Согласно полученным результатам, он составил свои собственные карты дерматомов, на которых первоначально не были отмечены конечности и задняя часть грудной клетки. Наблюдение за влиянием электростимуляции на нервные корешки, вызывающей расширение сосудов в специфических областях, позволило О. Фёрстеру завершить и опубликовать свою знаменитую статью «Дерматомы у человека» [12].

Результаты, полученные Г. Хэдом, С. Шеррингтоном и О. Фёрстером, предполагают, что рассечение одного нервного корешка не влияет на чувствительность кожи. Таким образом, они сформулировали понятие о значительном перекрытии дерматомов. Эта теория была опровергнута Д.Д. Киганом и Ф.Д. Гарреттом 15 лет спустя.

В своих трудах, посвященных изучению изменения чувствительности вследствие медуллярных сдавливаний грыжевого происхождения, опубликованных в конце 1940-х гг., Д.Д. Киган и Ф.Д. Гарретт внесли настоящее новшество в дискуссию о дерматомах. Сделанные ими иллюстрации представляли собой в то время настоящую революцию, они были опубликованы во многих книгах и заняли достойное место среди фундаментальных основ медицинского образования. Исследовав 167 случаев (из которых 47 были подтверждены при помощи хирургического вмешательства), Д.Д. Киган и Ф.Д. Гарретт составили карту, основанную на обследовании областей повышенной чувствительности, что было связано со сдавливанием нервных корешков вследствие грыж диска [13, 14]. Они пришли к выводу, что сдавливание одного корешка может привести к снижению чувствительности кожи. Также они выдвинули революционную идею об отсутствии перекрытия дерматомов, что противоречило предыдущим теориям. На иллюстрации областей иннервации конечностей, выполненной Д.Д. Киганом и Ф.Д. Гарреттом, изображены продольные полосы, определяющие четкую срединную линию разделения задних сенсорных областей конечностей. Несмотря на то, что исследование Д.Д. Кигана и Ф.Д. Гарретта не было подтверждено инновационными экспериментами, в отличие от исследований их предшественников, их революционная картография в истории изучения дерматомов была представлена во многих книгах. Весьма вероятно, что популярность картографии была основана на том факте, что она кажется логичной и совместимой с эмбриональным развитием [2, 15]. Д.Д. Киган и Ф.Д. Гарретт показали на своих рисунках, что дерматомы конечностей являются сплошными поверхностями и связаны с туловищем, в отличие от О. Фёрстера и С. Шеррингтона, согласно работам которых дерматомы конечностей утратили прямую связь с неврологическими областями туловища. Тем не

менее, более поздние исследования ставят под сомнение работу Д.Д. Кигана и Ф.Д. Гарретта в отличие от работ С. Шеррингтона и О. Фёрстера [16]. Однако результаты С. Шеррингтона и О. Фёрстера основаны на остаточной чувствительности (после резекции корешка спинного мозга), тогда как результаты Д.Д. Кигана и Ф.Д. Гарретта свидетельствуют о потере кожной чувствительности, связанной с аномальным состоянием нервного корешка.

Несмотря на первоначальные эксперименты, подтвержденные документами, повторные и видеоизмененные репродукции оригинальных иллюстраций и их новая интерпретация за последние десятилетия привели к тому, что результаты первоначальных экспериментов были утрачены, стали воспроизводиться неточные иллюстрации [2, 17]. В нескольких исследованиях приведен список книг по анатомии, в которых содержится картографирование дерматомов без указания ссылок [16]. Научные достижения и современные технологии дают возможность рассматривать предположения о результатах работы над дерматомами, но не обеспечивают физиологических и анатомических оснований, необходимых для научной медицины. Некоторые более поздние публикации подтверждают предыдущие теории и результаты Г. Хэда и О. Фёрстера, позволяя сделать

рис. 1 [2, 3, 16, 18, 19].
Миотомы. Миотом — это группа мышц, иннервируемых специфическим корешком спинного мозга. Поскольку при эмбриональном развитии мышцы формируются несколькими миотомами, они, в основном, иннервируются несколькими позвоночными корешками (*рис. 2*).

Иннервация миотома является корешковым типом — одним из трех существующих: корешковая иннервация (миотомы); иннервация сплетения; тронкулярная иннервация.

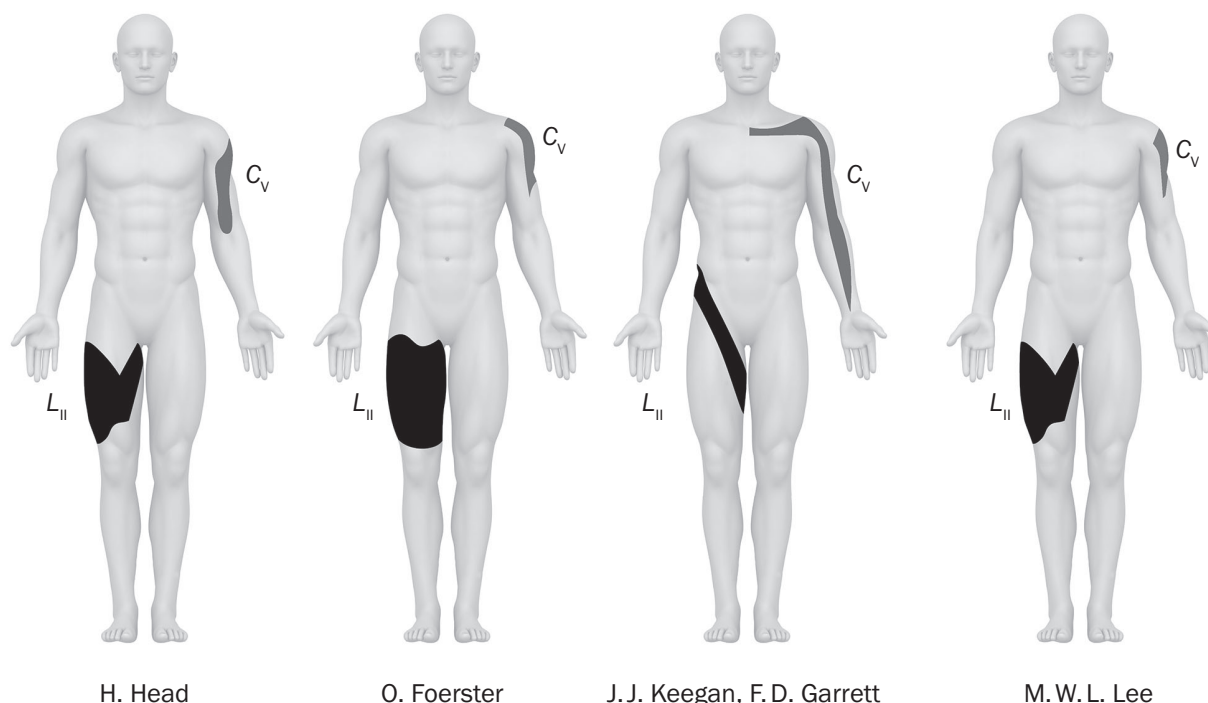


Рис. 1. Области иннервации C_v и L_{II} у Г. Хэда и О. Фёрстера (использованы П. Каминем), Д.Д. Кигана и Ф.Д. Гарретта (использованы Ф. Неттером) с добавлением рисунка М.В.Л. Ли [16]

Fig. 1. Illustrations of the C_v and L_{II} areas at H. Head, O. Foerster (used by P. Kamina), J.J. Keegan and F.D. Garrett (used by F. Netter), to which we add those of M. W. L. Lee [16]

Поскольку трункулярная является наиболее распространенной формой иннервации мышечных областей и фундаментальной основой для неврологического клинического обследования [20], ее легко найти в любой книге по анатомии, а вот иллюстрации корешковой иннервации (миотомов) встречаются очень редко и часто имеют мало документальных доказательств.

В области научных и медицинских исследований миотомов бóльшая часть работ была выполнена более 50 лет назад. Мы не смогли найти никаких иллюстраций миотомов, опубликованных в исследованиях 1980-х гг. в книгах или статьях по анатомии, неврологии, хирургии или физиотерапии. Некоторые иллюстрации были обнаружены в научных работах, имеющих отношение к миотомам или склеротомам [21, 22]. Только последние работы, выполненные на обезьянах и экстраполированные на человека, подтверждают некоторые данные [23].

Иллюстрации миотомов свидетельствуют об относительном постоянстве в экспериментах 1950–1980-х гг., подкрепленных большим количеством документов. Однако методы исследования и данные, собранные при изучении миотомов, не всегда являются однозначными. Тем не менее, некоторые из этих экспериментов подтверждаются дополнительными данными, полученными вследствие недавней хирургической и анестезиологической оценки, в основном для верхних и нижних конечностей, но эти данные являются незначительными или отсутствуют для остальных частей тела. Подавляющее большинство публикаций в этой области имеет периодическую корреляцию с первоначальными результатами Дж. Дежерина, работа над которыми была продолжена Дж. Х. Келлгреном в 1939 г. и В. Т. Инманом и др. в 1944 г. [21, 22, 24]. Методы исследования миотомов должны коррелировать с методами исследования склеротомов, опи-

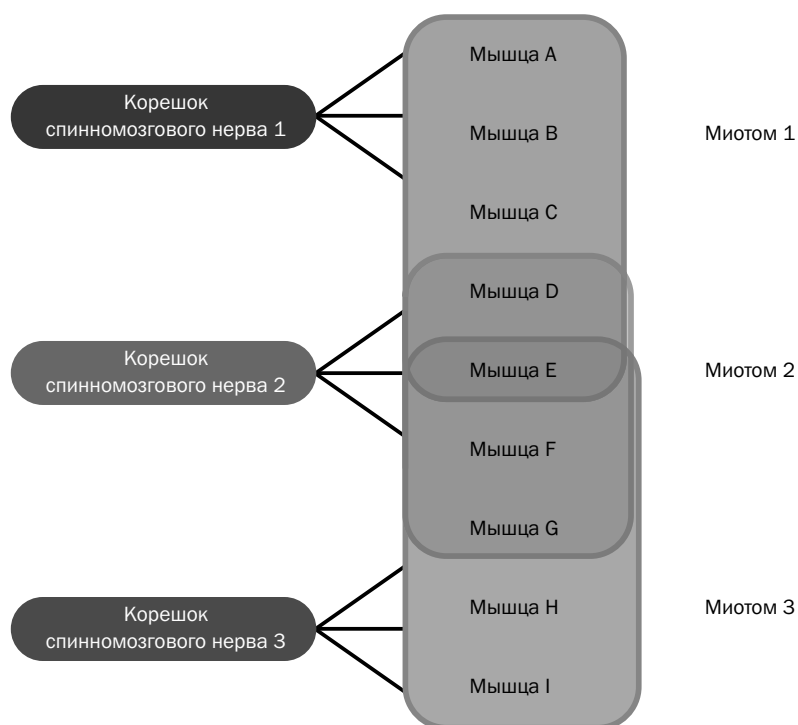


Рис. 2. Корешок спинномозгового нерва иннервирует несколько мышц, все эти мышцы составляют миотом. Одна мышца может относиться к разным миотомам

Fig. 2. A spinal root innervates several muscles, all these muscles constitute a myotome. A muscle can be included in several myotomes

санными в следующем параграфе, — это иллюстрация областей иннервации глубоких структур, хотя это является результатом экспериментов по ноцицептивной стимуляции [25]. Результаты экспериментов по ноцицептивной стимуляции глубоких структур выявляют участки мышечной боли (миофасциальной боли), наложенные на дерматомы. Эти миофасциальные, или мышечные, боли проявляются в точках схождения ноцицептивных импульсов, называемых триггерными точками. Эти триггерные точки описаны Дж. Г. Трэвеллом и Д. Г. Саймонсом в неоспоримо достоверных публикациях [26, 27].

Склеротомы. Термин «склеротом» в эмбриологии относится к переднемедиальной части парааксиальной, или сомитной, мезодермы. Первое незмбриологическое упоминание термина «склеротом» датируется 1944 г. в публикации В. Т. Инмана и Дж. Б. Сандерса. Авторы пишут о кости и надкостнице, иннервируемых сегментом спинномозгового нерва: «Также как и для зон иннервации кожи, называемых дерматомами, мы будем называть иннервируемые сегменты скелета „склеротомами“» [22]. Здесь мы отличаем склеротом как область сенсорной иннервации глубоких структур от иннервации самой кости, что коррелирует с метаболической активностью костных клеток.

Стоит отметить, что точные знания о нервной иннервации костей были получены уже давно. В настоящее время доказано, что нервные волокна, присутствующие в кости и надкостнице, имеют симпатическое и сенсорное происхождение. Специфические исследования на животных показали, что симпатическая иннервация костей контролирует их метаболизм [28]. Во время роста у людей области иннервации изменяются в зависимости от точек окостенения. В зрелом возрасте нервные сети становятся более плотными вокруг активных областей ремоделирования кости: надкостница большеберцовой кости, нижняя челюсть и свод черепа содержат большое количество нервных волокон, что может объяснить повышенную чувствительность этих областей. К. Чену пишет о том, что локализованная дистрофия и повреждение кости могут существовать из-за нарушенной симпатической нейротрансмиссии [28]. Подобный процесс происходит у пациентов с остеоартрозом и является вероятным следствием боли во время воспалительных приступов. По-видимому, скелет регулируется центральной нервной системы, которая может рассматриваться как причина боли костного происхождения (то есть глубокой боли).

Дж. Дежерин был первым, кто составил карту склеротомов в 1914 г. Являясь хирургом и неврологом, он представил в начале XX в. результаты исследований своего ученика Ж. Тинеля. Это были клинические наблюдения за периферическими атаками у раненых, вследствие которых были сделаны изображения путей иннервации, соответствующих корешкам седалищного нерва [29]. Основанное на работе Г. Хэда, исследование Дж. Дежерина показывает, что анестезия поверхностных тканей в областях, связанных с дерматомами, не оказывает влияния на глубокие тканевые проекции [30].

В 1939 г. Дж. Х. Келлгрэн подтвердил результаты Дж. Дежерина, определив различные области чувствительности в более глубоких слоях [24]. Дж. Х. Келлгрэн вводил гипертонический солевой раствор в глубокие структуры (связочные, сухожильные, мышечные) и таким образом вызывал боль в соответствии с областями иннервации, определенными Дж. Дежериним. Результаты Дж. Х. Келлгрэна и предположения Дж. Дежерина привели к идее о том, что склеротомы следует рассматривать как образования, отвечающие на ноцицептивную стимуляцию конкретной структуры, в качестве областей реперкуSSIONной (отраженной) боли (рис. 3).

Этот эксперимент был повторен в 1944 г. В. Т. Инманом и Дж. Б. Сандерсом, в результате чего были визуально сопоставлены дерматомы, миотомы и склеротомы [22]. В начале 1950-х гг. эту работу продолжил Б. Файнштейн, используя эквивалентную методику на всех медуллярных уровнях почти на 140 пациентах [32]. В тот же период Г. С. Хакетт подтвердил гипотезу о глубокой боли в областях, отдаленных от поверхностной боли [31]. Б. Файнштейн и Г. С. Хакетт по отдель-

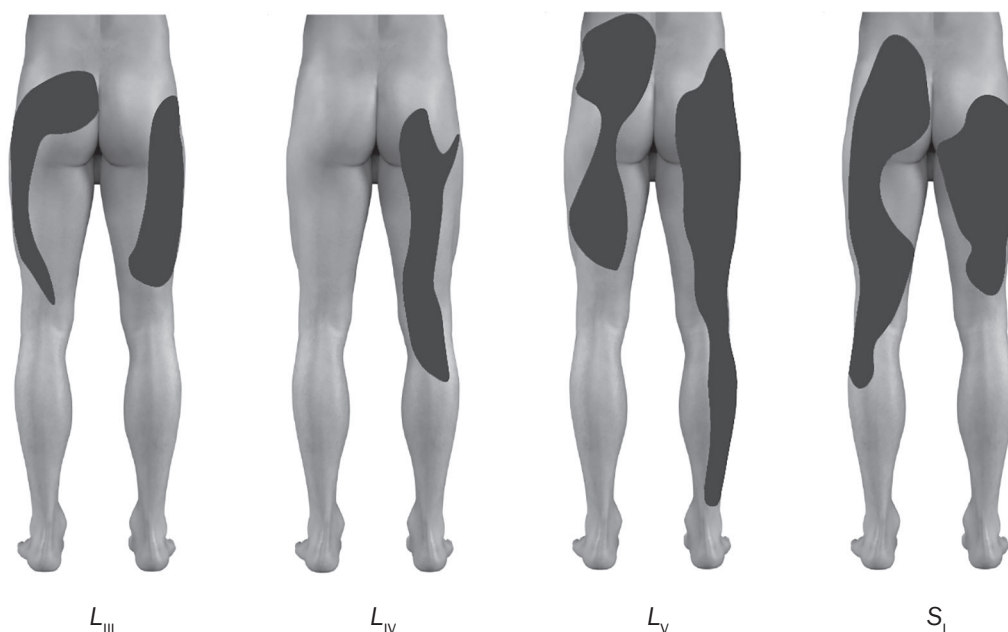


Рис. 3. Соматическая иррадирующая боль по Дж.Х. Келлгрену, являющаяся результатом ноцицептивного воздействия межостистых связок указанных сегментарных уровней (инъекция гипертонического раствора) [31], воспроизводится с разрешения автора

Fig. 3. Somatic referred pain to J. H. Kellgren, resulting from the nociceptive solicitation of the inter-spinoous ligaments of the indicated segmental levels (injection of hypertonic solution) [31], reproduced by permission of the author

ности опубликовали свои собственные результаты, используя те же экспериментальные методы, что и Дж.Х. Келлгрен, В.Т. Инман и др. Работа И.У. МакКола, выполненная в конце 70-х гг., подтвердила все эти результаты для поясничного отдела [33].

Несмотря на то, что в 1950-х гг. проводилась значительная работа, посвященная склеротомам, в дальнейшем исследования на эту тему встречаются редко или вообще отсутствуют.

Висцеротомы. Широко описанные в научной и медицинской литературе, симпатическая и парасимпатическая иннервация внутренних органов сегментирована в соответствии с уровнями корешков спинного мозга. Все анатомические книги, исследования и публикации описывают довольно похожие симпатические и парасимпатические нервные связи. На сегодняшний день многие эксперименты позволяют получить бесспорные результаты.

Несмотря на то, что трудно разделить две концепции областей иннервации и областей реперкуссионной боли в отношении миотомов и склеротомов, важно различать оба этих основных понятия в отношении висцеротомов.

Как известно, сенсорная иннервация распределяется по сети афферентных волокон вместе с симпатическими и парасимпатическими пучками. Приблизительно 80% сенсорной висцеральной иннервации происходит из парасимпатической системы и только 20% — из симпатической [34]. Такое распределение висцеральной сенсорной иннервации считается одной из причин диффузного характера висцеральной боли.

Важная публикация, посвященная концепции зон реперкуссионной боли, была сделана на основе клинических наблюдений, проведенных в начале XIX в. Так называемые «зоны Хэда» впервые были изображены немецким иллюстратором О. Кляйншмидтом и описаны в работе

Г. Хэда и Дж. Макензи, в книге Ф. Тревеса [17, 35]. Несмотря на то, что эта иллюстрация не была подтверждена какими-либо анатомическими и научными данными, она остается клинически неоспоримой. Эти «зоны Хэда» отличаются от иллюстраций, изображающих симпатическую и парасимпатическую анатомическую иннервацию внутренних органов, поскольку они отражают соответствия между висцеральной болью и связанным с ней медуллярным уровнем. Также отметим, что ни в каких исследованиях и / или публикациях не упоминается о вероятности какой-либо связи висцеротомов и миотомов или склеротомов.

Обсуждение

Дерматомы. Предполагается, что различия в методологии исследований, представленных в этом обзоре, являются одной из причин вариативности иллюстраций, изображающих кожную иннервацию [2, 16]. Для исследований дерматомов четко описаны следующие методологии [6, 7, 10, 12–14, 36]: диссекция (препарирование); остаточная чувствительность; раздражающие поражения; антидромная вазодилатация; сдавливание грыжей корешков спинного нерва.

Примечательно, что ни один из методов исследования не может установить анатомически воспроизводимые участки.

На рис. 1 даны иллюстрации областей иннервации C_v и L_{II} , сделанные Г. Хэдом, О. Фёрстером, Д.Д. Киганом и Ф.Д. Гарреттом и М.В.Л. Ли. Как было указано выше, дерматомы Д.Д. Кигана и Ф.Д. Гарретта явно отличаются от дерматомов О. Фёрстера и Г. Хэда. Статья М.В.Л. Ли и соавт., написанная в 2008 г. [16], позволяет проанализировать области иннервации человеческого тела с учетом различий у разных авторов и индивидуальной вариативности. Несмотря на существующие значительные различия данных разных авторов и их иллюстраций дерматомов конечностей, эти дерматомы на дорсальном и грудном уровнях остаются относительно постоянными. В своей публикации М.В.Л. Ли и соавт. указывают на то, что перекрытия вокруг средней линии тела минимальны. На карте имеется значительная область перекрытия дерматомов в связи с прилегающими их участками. На рис. 1 изображены дерматомы по публикациями Г. Хэда, иллюстрации в которых, выполненные М.В.Л. Ли и соавт., считаются наиболее точными.

Миотомы и склеротомы. Как было указано выше, области иннервации глубоких структур не соответствуют поверхностным структурам и тканям (дерматомам). Очевидно, что сегментарная иннервация миотомов и склеротомов не являлась предметом специальных научных исследований в последнее время [30]. Информация о миотомах и склеротомах в этом обзоре взята из исследований, касающихся первоначально дерматомов. В них указывается, что области иннервации более глубоких структур имеют разную локализацию [18, 23, 37]. За исключением данных, полученных в результате экстраполяции экспериментов на животных, исследования склеротомов в основном ограничиваются ноцицептивной стимуляцией глубоких структур: большинство существующих исследований сосредоточены на анализе областей иррадиирующей боли. Как мы упоминали выше, склеротомы рассматриваются как участки иррадиирующей боли глубоких связочных и сухожильных структур, связанных со спинномозговыми корешками на определенном медуллярном уровне.

Изображения миотомов для верхних и нижних конечностей показаны на рис. 4 (д, е, м, н). Эти иллюстрации, описанные Дж. Дежеринем как «корешковая канальцевая иннервация костей и суставов тела», основаны на его работе, подтвержденной недавними публикациями [21, 25]. В.Т. Инман и соавт. в 1944 г. отмечали, что мышцы, фасции и надкостница, иннервируемые нервным корешком, образуют непрерывность, идущую от туловища до окончания конечностей. Знание склеротомов как областей иннервации способствует интерпретации глубокой боли или дисфункции тканей организма. Изображения склеротомов для верхней и нижней конечностей даны на рис. 4 (ж, з, о, п). Мы решили не изображать грудные миотомы

и склеротомы, поскольку они соответствуют уровням ребер [22] и, следовательно, их относительно легко определить.

Висцеротомы. Анатомия и физиология висцеротомов были подробно изучены [38]. Из-за миграции и ротации внутренних органов во время эмбрионального развития их анализ осложняется. Проксимальные окончания афферентных нервов распространяют ноцицептивные и другие сенсорные импульсы абдоминальных висцеральных синапсов на тех же медуллярных уровнях спинного мозга, что и соматические спинномозговые нервы. Таким образом, можно установить соответствие между каждым спинальным корешком и определенным органом в зависимости от медуллярного уровня корешка. Это определяет территорию висцеротома. Как мы упоминали выше, только около 20 % симпатических волокон внутренних нервов отвечают за ноцицептивные афферентации органов брюшной полости. Малое количество афферентных волокон симпатической системы, переносящих ноцицептивную информацию, по сравнению с большим количеством афферентных волокон парасимпатической системы (блуждающий нерв) лежит в основе одной из гипотез, объясняющих диффузный характер висцеральной боли. Это также одна из причин, по которой понятие дифференциации между нейропатической болью и ноцицептивной болью, основанное на локализации и характере самой боли, не особенно подходит для характеристики висцеральной боли [39]. Таким образом, все научные работы, посвященные висцеральной боли, за последние 15 лет подтверждают эмпирические исследования столетней давности, выполненные Г. Хэдом и М. Маккензи, цитируемые в этом обзоре [34, 40]. Поскольку кожно-мышечная гипералгезия может существовать во вторичной фазе висцеральной патологии [39], соответствия между соматическими и висцеральными цветными структурами могут представлять большой интерес. Был показан важный сегмент нервной конвергенции между Th_{xi} и L_I . Принимая во внимание уровни иннервации верхних ($C_V - T_I$) и нижних ($L_{III} - S_{II}$) конечностей в дополнение ко всей сети висцеральной иннервации, на этих уровнях наблюдается относительно значимая неврологическая конвергенция.

В этом обзоре мы предлагаем сохранить висцеральные симпатические описания Ф. Неттера, чаще всего используемые в медицине в качестве справочного материала [41], для установления висцеротомов на *рис. 4 (и, к, л)*.

Заключение

Цель систематического обзора заключалась в выполнении графического синтеза соответствий областей иннервации в теле человека между соматическими и висцеральными структурами и органами.

Эти изображения неврологических связей структур соответствуют принципам системного и целостного лечения пациентов с соматическими дисфункциями. Полное и точное клиническое остеопатическое обследование позволяет врачу-osteопату выбрать именно то лечение, которое соответствует пациенту.

Результаты этого обзора подтверждают гипотезу о наличии связи соматических дисфункций. Более того, эта связь может усиливать неврологическое влияние мануального терапевтического воздействия на соматические и/или висцеральные структуры. Например, модель, предложенная Дж. Е. Биалоски, иллюстрирует прямое воздействие мануальной терапии на сами ткани и периферическую нервную систему [42]. Этот подход является также основой теорий И. М. Корра [43]. Представление о возможности двустороннего обмена информацией и ретроградного (то есть антидромного) действия, по-видимому, является ключом к гипотезе об эффективности остеопатической коррекции [42].

Хотя некоторые из публикаций вековой давности, цитируемые в этом исследовании, могут подвергаться критике в связи с новыми научными технологиями, они, тем не менее, остаются клинически неоспоримыми и, таким образом, имеют основополагающее значение для исследования дерматомов, миотомов, склеротомов и висцеротомов. Следовательно, они могут оказать значи-



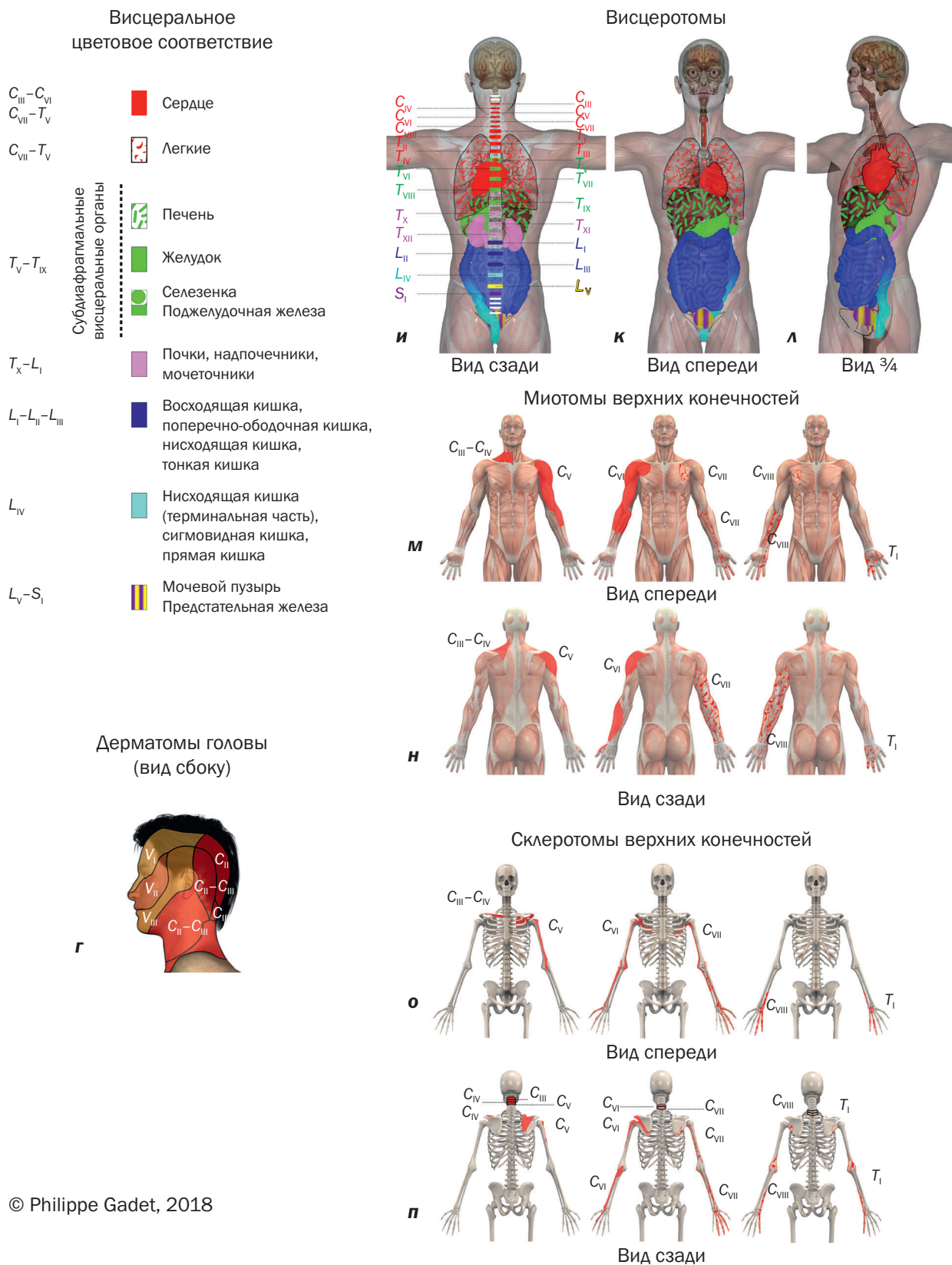


Fig. 4. Colored synthesis of correspondence between dermatomes, myotomes, sclerotomes and viscerotomes

тельную помощь остеопатам при клинических исследованиях с использованием их единственной технологии — пальпации.

Дальнейшие экспериментальные исследования с использованием инструментов визуализации и современных технологических достижений должны способствовать более полному анализу неврологических соответствий между разными структурами, а также лучшему пониманию эффективности остеопатического воздействия.

Литература / References

1. Downs M. B., Laporte C. Conflicting Dermatome Maps: Educational and Clinical Implications. *J. Orthop. Sports. Phys. Ther.* 2011; 41: 427–434. <https://doi.org/10.2519/jospt.2011.3506>
2. Kemp W. J., Tubbs R. S., Cohen-Gadol A. A. The innervation of the scalp: A comprehensive review including anatomy, pathology, and neurosurgical correlates. *Surg. Neurol. Int.* 2011; 2: 178. <https://doi.org/10.4103/2152-7806.90699>
3. Cavallaro Goodman C. Snyder TEK. *Differential Diagnosis for Physical Therapists — Screening for referral.* 5th ed. Elsevier-Saunders; 2013.
4. Guyatt G. H., Oxman A. D., Vist G. E., Kunz R., Falck-Ytter Y., Alonso-Coello P. et al. GRADE: an emerging consensus on rating quality of evidence and strength of recommendations. *BMJ.* 2008; 336: 924–926. <https://doi.org/10.1136/bmj.39489.470347.AD>
5. Guyatt G. An emerging consensus on grading recommendations? *Evid. Based. Med.* 2006; 11: 2–4. <https://doi.org/10.1136/ebm.11.1.2-a>
6. Sherrington C. *Experiments in Examination of the Peripheral Distribution of the Fibres of the Posterior Roots of some Spinal Nerves*, part I, 1893.
7. Sherrington C. *Experiments in Examination of the Peripheral Distribution of the Fibres of the Posterior Roots of some Spinal Nerves*, part II, 1897.
8. Head H., Campbell A. W. The pathology of Herpes Zoster and its bearing on sensory localisation. *Brain.* 1900; part. III.
9. Kennedy. The Pathology of Herpes Zoster and its Bearing on Sensory Localisation. *Med. Virol.* 1997; 7: 131–143.
10. Head H. On disturbances of sensation with especial reference to the pain of visceral disease. *Brain.* 1893; 16: 1–133. <https://doi.org/10.1093/brain/16.1-2.1>
11. Sarikcioglu L. Otfried Foerster (1873–1941): one of the distinguished neuroscientists of his time. *J. Neurol. Neurosurg. Psychiatry.* 2007; 78: 650–650. <https://doi.org/10.1136/jnnp.2006.112680>
12. Foerster O. The dermatomes in man. *Brain.* 1933; 56.
13. Keegan J. J. Neurosurgical interpretation of dermatome hypalgesia with herniation of the lumbar intervertebral disc. *J. Bone J. Surg. Amer.* 1944; 26: 238–248.
14. Keegan J. J., Garrett F. D. The segmental distribution of the cutaneous nerves in the limbs of man. *Anat. Rec.* 1948; 102: 409–437.
15. Kamina P. *Neuroanatomie* (vol. 5). Maloine; 2011.
16. Lee M. W. L., McPhee R. W., Stringer M. D. An evidence-based approach to human dermatomes. *Clin. Anat.* 2008; 21: 363–373. <https://doi.org/10.1002/ca.20636>
17. Henke C., Beissner F. Illustrationen zum übertragenen Schmerz: Wie viel von Head steckt in den Head-Zonen? *Schmerz.* 2011; 25: 132–139. <https://doi.org/10.1007/s00482-011-1029-0>
18. Nitta H., Tajima T., Sugiyama H., Moriyama A. Study on dermatomes by means of selective lumbar spinal nerve block. *Spine.* 1993; 18: 1782–1786.
19. Inouye Y., Buchthal F. Segmental sensory innervation determined by potentials recorded from cervical spinal nerves. *Brain.* 1977; 100: 731–748.
20. Jochum D., Delaunay L., Bouaziz H. Blocs du membre supérieur, Société Française d'Anesthésie et de Réanimation. 2012: 34.
21. Déjérine J. *Sémiologie des affections du système nerveux.* Masson & Cie; 1914.
22. Inman V. T., Saunders J. B. Referred pain from skeletal structures. *J. Nerv. Ment. Dis.* 1944; 99: 660–667.
23. Dykes R. W., Terzis J. K. Spinal nerve distributions in the upper limb: the organization of the dermatome and afferent myotome. *Philos. Trans. R. Soc. Lond. B. Biol. Sci.* 1981; 293: 509–554.
24. Kellgren J. H. On the distribution of pain arising from deep somatic structures with charts of segmental pain areas. 1939: 35–46.
25. De Lisa J. A., Frontera W. R. D. (ed.). *Physical Medicine & Rehabilitation — Principles and Practice* (vol. 1). 5th ed. Lippincott Williams & Wilkins; 2011.
26. Travell J. G., Simons D. G. *Myofascial pain and dysfunction: the trigger point manual — The lower extremities* (vol. 2). Baltimore: Lippincott Williams & Wilkins; 1983.

27. Simons D.G., Travell J.G., Simons L.S. Myofascial pain and dysfunction: the trigger point manual – Upper Half of Body (vol. 1). 2nd ed. Baltimore: Williams & Wilkins; 1999.
28. Chenu C. Innervation de l'os, 2001.
29. De Sèze S. Histoire de la sciatique. SOFMMOO – Société Fr Médecine Man. Fr. Soc. Man. Med. n.d. <http://www.sofmmoo.org/deseze.htm> (accessed August 30, 2016)
30. Ivanusic J.J. The evidence for the spinal segmental innervation of bone. Clin. Anat. 2007; 20: 956–960. <https://doi.org/10.1002/ca.20555>
31. Hackett G.S. Ligament and tendon relaxation. Charles C. Thomas Springf, 1956.
32. Feinstein B., Langton J.N., Jameson R.M., Schiller F. Experiments on pain referred from deep somatic tissues. J. Bone Jt. Surg. Amer. 1954; 36: 981–997.
33. McCall I.W., Park W.M., O'Brien J.P. Induced Pain Referral from Posterior Lumbar Elements in Normal Subjects. Spine. 1979; 4: 441–446.
34. Khan Y.N., Raza S.S., Khan E.A. Spinal cord stimulation in visceral pathologies. Pain Med. 2006; 7: S121–S125.
35. Treves F., Keith A. Surgical applied anatomy (6th ed.). Philadelphia and New York: LEA & FEBIGER; 1911.
36. Bolk L. Een en ander uit de segmentaal-anatomie van het menschelijk lichaam. Ned Tijdschrift Voor Geneesk. 1897: 365–379.
37. Katirji M.B., Agrawal R., Kantra T.A. The human cervical myotomes: An antatomical correlation between electromyography and CT/myelography. Muscle Nerve. 1988; 11: 1070–1073.
38. Ness T.J., Gebhart G.F. Visceral pain: a review of experimental studies. Pain. 1990: 167–234.
39. Giamberardino M.A., Affaitati G., Lerza R., Vecchiet L. Referred muscle pain and hyperalgesia from viscera: clinical and pathophysiological aspects. Basic. Appl. Myol. 2004; 14: 23–28.
40. Khan Y.N., Raza S.S., Khan E.A. Application of spinal cord stimulation for the treatment of abdominal visceral pain syndromes: case reports. Neuromodulat. Technol. Neural. Interface. 2005; 8: 14–27.
41. Netter F. Atlas of neuroanatomy and neurophysiology. Special edition, 2002.
42. Bialosky J.E., Beneciuk J.M., Bishop M.D., Coronado R.A., Penza C.W., Simon C.B., Steven Z.G. Unraveling the mechanisms of manual therapy: modeling an approach. J. Orthop. Sports. Phys. Ther. 2018; 1 (48): 8–18.
43. Korr I'M. Bases physiologiques de l'ostéopathie. Paris: Frison-Roche; 1993.

Статья поступила 15.09.2019 г.,
принята к печати 01.10.2019 г.

The article was received 15.09.2019,
accepted for publication 01.10.2019