

УДК 591.147.6:577.311.6.:577.121

ОСОБЕННОСТИ ДИНАМИКИ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ПОТЕНЦИАЛОВ КОЖИ ПРИ ТРАВМАТИЧЕСКИХ ПОВРЕЖДЕНИЯХ КОСТЕЙ ЧЕЛЮСТИ**Торнуев Ю.В., Лапий Г.А., Постникова О.А., Криницына Ю.М.,
Сенчукова С.Р., Молодых О.П., Клиникова М.Г., Колдышева Е.В.,
Абдуллаев Н.А., Балахнин С.М., Семенов Д.Е., Чуринов Б.В.***ФГБНУ «Институт молекулярной патологии и патоморфологии», Новосибирск,
e-mail: pathol@inbox.ru*

Проведен сравнительный анализ электрических потенциалов кожи лица и чувствительности пульпы зубов у здоровых испытуемых-добровольцев и больных с травмами верхней и нижней челюсти. Установлено значительное возрастание уровня потенциалов кожи до 20% на стороне травмы. Степень различия в уровне потенциалов кожи в симметричных точках обусловлена выраженностью клинических проявлений и отражает характер течения патологического процесса при травматических повреждениях нерва. Показана сопряженность процессов восстановления проводимости тройничного нерва и снижения уровня электрических потенциалов кожи. Патоморфологический анализ изменений нижнего альвеолярного нерва при травматических повреждениях проведен в различные сроки после травмы. Преобладание процессов альтерации нервных волокон наиболее было выражено в период от 10 до 14 суток. Признаки репарации поврежденных структур обнаруживали спустя месяц после травмы. Оценка электрофизиологических показателей кожи лицевой области может служить дополнительным, atraumaticким методом мониторинга проводимости периферических ветвей тройничного нерва в процессе реабилитации после травмы, что позволяет оценить нарушения функционирования тройничного нерва, не прибегая к неприятной для пациента процедуре.

Ключевые слова: травматические повреждения нижней челюсти, электрические потенциалы кожи, возбудимость пульпы зуба, морфологические изменения тройничного нерва

SPECIFIC FEATURES OF SKIN ELECTRICAL POTENTIALS IN TRAUMATIC INJURES OF THE JAW BONES**Tornuev Y.V., Lapii G.A., Postnikova O.A., Krinitsina Y.M., Senchukova S.R.,
Molodykh O.P., Klinnikova M.G., Koldysheva E.V., Abdullaev N.A.,
Balakhnin S.M., Semenov D.E., Churin B.V.***Institute of Molecular Pathology and Pathomorphology, Novosibirsk, e-mail: pathol@inbox.ru*

A comparative analysis of the electrical skin potentials and sensitivity of pulp teeth in healthy subjects volunteers and patients with injuries of the upper and lower jaw was performed. Significant increase in skin potential level to 20% on the side of injury was found. The degree of difference in the level of skin potentials at symmetric points determined by severity of clinical manifestations and reflects the features of pathological process in traumatic nerve injury. The conjugation of the recovery processes of the trigeminal nerve conduction and reduce the electric potentials of the skin was shown. Pathomorphologic analysis of the changes of inferior alveolar nerve in traumatic injuries was carried out at different times after injury. The predominance of alterative processes in nerve fibers was most pronounced in the period from 10 to 14 days. Signs of repair in damaged structures were found a month after the injury. Evaluation of electrophysiological parameters of facial skin can serve as additional, atraumatic method of monitoring the conductivity of peripheral branches of the trigeminal nerve in the rehabilitation process after injury, which allows to evaluate the dysfunction of the trigeminal nerve, without the unpleasant for the patient procedure.

Keywords: traumatic injuries of the lower jaw, electric potentials of the skin, excitation of dental pulp, morphological changes of the trigeminal nerve

В патогенезе многих осложнений при переломах костей лица важная роль принадлежит нервно-рефлекторным расстройствам, связанным с повреждением тройничного нерва, которые замедляют процесс консолидации переломов и провоцируют воспалительные осложнения. Травматические невриты при переломах нижней челюсти возникают более чем в 85% случаев. Одной из частых причин поражений нерва являются и травмы мягких тканей лица. При любом смещении скуловой кости происходит повреждение окружающих тканей, подглазничного нерва или его альвеолярных ветвей, что проявляется в комплексе чувствительных нарушений. Возникнове-

ние и длительное их существование в зоне иннервации подглазничного и нижнего альвеолярного нерва обусловлены недостаточной тщательностью и несвоевременностью сопоставления отломков. Обеспечение своевременной дифференциальной диагностики неврологических нарушений имеет большую практическую значимость.

В последние годы в медико-биологическом эксперименте и практической медицине утвердили себя высокой информативностью и надежностью электрофизиологические методы исследования [2, 3, 8, 9, 13]. Широко распространились и методики оценки чувствительности пульпы зубов, позволяющие выявить общую

картину нарушения проводимости тройничного нерва. Для определения порога возбудимости пульпы, как правило, используются различные внешние раздражители – температурные, механические и электрические. Однако первые два из них трудно дозировать. Электрический ток позволяет воздействовать на пульпу зуба через эмаль и дентин, легко дозируется и при этом не повреждает пульпы.

Реакция зуба на внешний электрический ток позволяет выявить специфическую картину динамики порога возбудимости при тех или иных патологиях и в процессе реабилитации. Так, здоровые зубы, независимо от групповой принадлежности, имеют примерно одинаковую возбудимость (токи в пределах от 2 до 6 мкА). Порог ниже 2 мкА, как правило, наблюдается при парадонтозах, а при пульпитах – выше 6 мкА. Признаком гибели пульпы считается 100–200 мкА, когда реагируют уже чувствительные рецепторы парадонта [7, 10].

При переломах челюсти имеет место резкое снижение чувствительности пульпы как на стороне перелома, так и на противоположной стороне. Нарушения проводимости нерва носят, как правило, стойкий характер, восстановление происходит медленно, в ряде случаев спустя 6 и более месяцев после травмы. По длительности и выраженности чувствительных нарушений судят о степени повреждения тройничного нерва. Однако этот метод не очень удобен для пациентов вследствие болезненности и большой роли субъективного фактора.

Многообразие морфофункциональных изменений в тканях лица при травматических повреждениях костей челюсти создает дополнительные трудности в диагностике, выборе тактики лечения и оценке его эффективности. Для преодоления этих трудностей необходимо привлечение новых дополнительных методов.

Успешное решение проблемы, по нашему мнению, возможно на основе комплексного анализа особенностей патоморфологических изменений в нерве и соответствующих функциональных нарушений. В частности, весьма полезными для объективизации чувствительных нарушений и проводимости тройничного нерва в случаях травм могут быть методы анализа электродермальной активности и ее билатеральных асимметрий, перспективностью которых для целей диагностики убедительно показана при оценке состояния других дерматомов.

Так, при радикулите и атеросклерозе имеет место не только реакция возрастания уровня потенциала кожи, но и возникновение устойчивой его асимметрии, до-

стигающей 50%. При позитивном течении процесса наблюдается снижение уровня потенциала и исчезновение асимметрии. Зафиксированы также различия в уровне и полярности потенциалов на поверхности кожи, ее электропроводности в проекции злокачественной и доброкачественной опухолей и при развитии воспалительного процесса [1, 4, 5, 14].

Вполне допустимо, что электрофизиологические методы исследования могут применяться и в стоматологии для анализа нарушений функционирования тройничного нерва не только в случае опухолей различного генеза, но и при травмах и оперативных вмешательствах. Однако анализ уровня и билатеральной асимметрии электрических потенциалов кожи в проекции выхода периферических ветвей тройничного нерва в целях диагностики травматических нарушений до сих пор другими исследователями не проводился.

Цель настоящей работы – провести сравнительный анализ чувствительности пульпы зубов и показателей электродермальной активности и оценить их информативность при травматических повреждениях нижней челюсти.

Материалы и методы исследования

Обследовано 78 пациентов (57 мужчин и 21 женщина в возрасте 19–68 лет) с челюстными переломами со смещением отломков кости. Анализировали уровень и асимметрию потенциалов лицевой области и оценивали их биоритмологические характеристики в проекциях выхода периферических ветвей тройничного нерва из костей черепа (инфраорбитальной и ментальной) и в интактных точках. Выбор места отведения потенциалов был обусловлен степенью близости к поверхности кожи ветвей тройничного нерва [7, 10]. Стандартное клинико-физиологическое обследование больных проводили до и после операции и далее по специально разработанной схеме. В качестве контроля использовали группу здоровых испытуемых-добровольцев мужчин и женщин того же возрастного диапазона (36 человек).

Чувствительность пульпы зубов на воздействие электрическим током определяли последовательно, начиная с резцов и заканчивая молярами, с использованием стандартного прибора ЭОМ-1. При этом учитывали, что здоровые зубы, независимо от половой и возрастной принадлежности пациентов, имеют примерно одинаковую возбудимость.

Биопотенциалы кожи измеряли с помощью стандартных неполяризующихся электродов у здоровых испытуемых и больных в одно и то же время суток, что позволяло избежать возможных ошибок за счет циркадианной ритмики показателей. К предварительной обезжиренной коже в области контрольных точек оператор прикладывал активный электрод. Индифферентный электрод большей площади при этом находился в руке пациента, что позволяло обеспечить локальность измерения биопотенциалов кожи [5, 7, 11]. Оценивали уровень и асимметрию потенциалов

в надглазничной, подглазничной и ментальной точках – местах выхода из костных каналов черепа периферических ветвей тройничного нерва. В некоторых случаях рассчитывали относительное изменение электрического потенциала и его асимметрии в контрольных точках по сравнению с исходным значением или контролем.

Патоморфологическое исследование фрагментов нерва, полученных при выполнении оперативных вмешательств, проводили с помощью методов световой микроскопии. Парафиновые срезы окрашивали гематоксилином и эозином в сочетании с реакцией Перлса, по ван Гизону с докраской эластических волокон резорцин-фуксином Вейгерта, ставили ШИК-реакцию. Исследовали центральный к уровню травмы (при наличии разрыва) участок нерва в различные сроки после повреждения. Электрофизиологические показатели сравнивали с данными светооптического анализа операционного материала.

Статистическую обработку результатов проводили с использованием *t*-критерия Стьюдента, различия сравниваемых параметров считали значимыми при $p < 0,05$.

Результаты исследования и их обсуждение

Поведение электрических потенциалов интактных точек кожи лицевой области, лобно-височных бугров и вертекса по отношению к потенциалу ладони отличались выраженной циркадианной ритмикой, максимальные изменения потенциалов не превышали 20–30% ($p < 0,01$) относительно среднедневного уровня (–8 мВ) в полном соответствии с данными литературы [12]. Особенность выбранных контрольных точек по сравнению с интактными проявилась в практическом отсутствии индивидуальных и половых различий регистрируемых параметров при общей погрешности измерения не более 2–4%. То же самое можно сказать и о показателях асимметрии электрических потенциалов кожи.

Мы полагаем, что такая стабильность показателей электродермальной активности кожи определяется близостью расположения к ее поверхности ветвей тройничного нерва. Тем не менее, для исключения возможной погрешности в оценке электрофизиологических показателей за счет их естественной ритмики, все измерения проводили в одно и то же время суток. Это обстоятельство позволило нам использовать данные контрольных измерений в качестве регионарной нормы при проведении количественных расчетов относительных изменений электрических потенциалов.

При клиническом обследовании пациентов традиционными методами до операции был отмечен значительный отек тканей скуловой области, болезненность при пальпации в области перелома, нарушение чувствительности, ограничение движений

нижней челюсти. При оценке реакции пульпы зубов установлено, что в большинстве случаев полностью отсутствовала реакция домоляров на стороне травмы и имел место феномен реперкуссии (снижение реакции пульпы зубов на противоположной стороне) до премоляров.

По данным электрофизиологических исследований, выявлен факт возрастания по сравнению с контролем уровня потенциалов на здоровой стороне лица и возникновение его асимметрии вследствие более значительного изменения потенциала на стороне травмы. Наибольший коэффициент асимметрии (20–22%) регистрировался в подглазничной точке, которая соответствовала зоне наибольшей болезненности. В области ментального отверстия асимметрия составила 9–10%, в надглазничной области – была не выше 4–5%, то есть незначительно превышала естественный разброс.

Последующее обследование пациентов, проведенное в разные сроки после травмы и оперативного вмешательства, показало, что изменение клинической картины в процессе реабилитации и динамика восстановления возбудимости пульпы зубов сопровождаются достоверной динамикой как уровня, так и асимметрии электропотенциалов кожи в контрольных точках. Так, при обследовании больных на 5–7 сутки после операции выявлена сходная картина для всех пациентов: сохранение отека различной степени на травмированной стороне, болезненность в области перелома, ограничение подвижности нижней челюсти. Снижение порога чувствительности пульпы было недостоверным, равно как и изменения показателей асимметрии потенциалов. Уровни их оставались повышенными, в среднем, на $10 \pm 1,6\%$.

Результаты исследований, выполненных через 10–14 суток после операции, свидетельствовали об улучшении клинической картины. Отмечалось исчезновение отеков, уменьшение болезненности, снижение уровня и асимметрии электрических потенциалов кожи во всех контрольных точках. Показатели электродермальной активности возвращались к уровню, соответствующему «норме» в надглазничной и ментальной точках. В подглазничной точке асимметрия сохранялась в пределах 9% ($p < 0,01$). Восстанавливалась также нормальная возбудимость пульпы зубов.

Однако на фоне общего улучшения состояния и исчезновения отеков все еще сохранялись чувствительные нарушения, по уровню соответствующие первой неделе. Затягивание процесса выздоровления отмечено и у больных с сочетанными перело-

мами и диагнозом сотрясение мозга, у них сохранялись более высокие уровни асимметрии потенциалов до 12% ($p < 0,01$) и порогов чувствительности пульпы зубов.

При контрольном обследовании пациентов через 6–8 недель наблюдалось практически полное исчезновение клинических проявлений перелома. В большинстве случаев имела место нормализация реакции на электростимуляцию на травмированной стороне. Уровень и асимметрия электрических потенциалов кожи соответствовала норме.

Клинико-физиологическое обследование, проведенное через 9–12 недель, показало, что нарушения чувствительности зубов сохранялись в виде легкой парестезии лишь у 6 человек. При этом электрические потенциалы не отличались от контрольных значений.

Последнее наблюдение за пациентами, перенесшими травмы челюсти, было выполнено в более отдаленные сроки (от 6 до 12 месяцев). Восстановление простых видов кожной чувствительности отмечалось во всех наблюдениях, жалоб пациенты не предъявляли, болевой синдром отсутствовал. Электрофизиологические показатели кожи лица не отличались от нормы, порог возбудимости пульпы зубов не превышал 7 мВ.

Светооптическое исследование фрагментов нерва (операционный материал) позволило выявить определенную динамику структурных изменений нервного ствола и его соединительнотканых оболочек в различные сроки после травмы. Так, в первые 1–5 суток в центральном участке нерва наблюдалась распространенная фрагментация нервных волокон, местами обнаруживали варикозные утолщения и вакуолизацию осевых цилиндров. Выявлялась периваскулярная воспалительноклеточная инфильтрация с преобладанием полинуклеарных лейкоцитов, были выражены явления отека и полнокровие микрососудов.

Наиболее значительные изменения регистрировались на 7–10 сутки после травмы. При этом сохранившиеся нервные волокна характеризовались признаками выраженной дистрофии. Отдельные пучки подверглись значительной дегенерации с распадом осевых цилиндров и миелиновых оболочек, что сопровождалось распространением моноклеарной инфильтрацией в этих участках. Наблюдались признаки умеренного отека и полнокровия.

Спустя 1–4 месяца после травмы в препаратах обращала на себя внимание гетерогенность структурных изменений, что было обусловлено сочетанием деструктивных и репаративных процессов в паренхиме нерва на фоне сохранения элементов

воспаления и склеротических преобразований стромального компартмента. Через 30 суток небольшая часть волокон выглядела практически неизменной, при этом в других участках сохранялись признаки дистрофии осевых цилиндров. В соединительнотканых оболочках нерва обнаруживали умеренную лимфогистиоцитарную инфильтрацию, выраженность отека чаще была незначительной. При дальнейшем увеличении сроков наблюдения до 4 месяцев в центральной отрезке нерва микроскопически преобладали малоизмененные нервные пучки. В эпиневррии и периневррии определялось увеличение фиброзной ткани, выявлялись крупные фибробласты.

Следовательно, патоморфологическое изучение фрагментов нерва выявило преобладание процессов альтерации нервных волокон в период 10–14 суток и явные признаки репарации спустя 30 суток после травмы. Мы полагаем, что полученные нами данные о характере структурных изменений в центральном отрезке нижнего альвеолярного нерва при травмах, сопровождающихся его анатомическим разрывом, могут быть использованы на практике для планирования его пластики в ходе дальнейшего лечения.

Исходя из полученных нами результатов, можно утверждать, что имеет место сопряженность во времени процессов восстановления проводимости нерва (данные клинического обследования и электроодонтодиагностика) с динамикой уровня и асимметрии кожных потенциалов в подглазничной точке. Зафиксированная нами динамика показателей электродермальной активности после травмы и оперативного вмешательства может свидетельствовать о развитии в организме больного генерализованной ответной реакции. Она сопряжена по фазам с развитием раневого процесса и синхронна для различных дерматомов лицевой области. Это согласуется с известными материалами по оценке электродермальной активности в динамике заживления кровоподтеков и развитии раневого процесса [5, 6, 14, 15].

Изменение асимметрии потенциалов кожи, по нашему мнению, следует связывать с нарушениями иннервации и параметров эпидермальных и субэпидермальных структур, в частности, с развитием метаболического ацидоза и водно-электролитных сдвигов в очаге денервации. Механическое нарушение целостности ветвей тройничного нерва, препятствуя нормальному процессу поляризации – деполяризации мембран, блокирует потоки афферентных и эфферентных импульсов, что определяет параметры электродермальной активности.

Параллельность процесса восстановления проводимости нерва и динамики показателя асимметрии потенциалов указывает на возможность оценки функциональных характеристик нерва с поверхности тела и, по-видимому, может быть связана с процессом восстановления мембранных структур нерва. Маркером развития возможных осложнений при оперативном вмешательстве является сохранение повышенного уровня потенциала кожи даже при отсутствии клинических признаков и наоборот. Снижение потенциалов и приближение их к норме свидетельствует о нормализации проводимости нерва и отсутствии риска осложнений.

Таким образом, оценка электрофизиологических показателей кожи лицевой области может служить дополнительным, атравматическим методом мониторинга состояния проводимости периферических ветвей тройничного нерва в процессе реабилитации больного после травмы, позволяя осуществить оценку нарушений функционирования тройничного нерва, не прибегая к весьма неприятной для пациента процедуре.

Список литературы

1. Белик Д.В., Белик К.Д. Повышение информативности при определении малых массивов опухолей многократной импедансометрией // Медицинская техника. – 2007. – № 4. – С. 13–17.
2. Блендзянц Г.А., Бубнов В.А., Пузенко Д.В., Черепнин В.А. Электрическая импедансометрия – новый метод оценки защиты миокарда при операциях на сердце с искусственным кровообращением // Клиническая практика. – 2012. – № 4. – С. 23–33.
3. Булатов Р.Д. Применение интегральной двухчастотной импедансометрии в клиническом мониторинге у больных деструктивным панкреатитом // Анестезиология и реаниматология. – 2012. – № 3. – С. 59–62.
4. Гельфонд М.Л. Дифференциальная диагностика опухолей кожи в практике дерматологов и косметологов // Практическая онкология. – 2012. – Т. 13, № 2. – С. 69–77.
5. Колдышева Е.В., Торнуев Ю.В. Применение методов электроимпедансометрии в клинической практике // Сибирский научный вестник. – 2003. – Вып. 6. – С. 28–31.
6. Ковалева М.С., Халиков А.А., Вавилин А.Ю. Определение давности образования кровоподтеков методом импедансометрии // Проблемы экспертизы в медицине. – 2006. – № 3. – С. 15–19.
7. Лапий Г.А., Торнуев Ю.В., Криницына Ю.М. и др. Электрофизиологические параметры кожи в диагностике опухолей нижней челюсти // Фундаментальные исследования. – 2014. – № 10. – С. 920–923.
8. Обижаев А.А., Лапий Г.А. Патоморфологические изменения нижнего альвеолярного нерва при травматических повреждениях // Актуальные вопросы современной медицины. – Новосибирск, 1997. – С. 23.
9. Свиридов С.В., Николаев Д.В., Гафоров Д.А. Исследование водных секторов у хирургических больных острым панкреатитом методом биоимпедансометрии // Российский медицинский журнал. – 2010. – № 3. – С. 23–27.
10. Торнуев Ю.В., Обижаев А.А. Динамика электрических потенциалов кожи лица при повреждениях периферических ветвей тройничного нерва // Актуальные вопросы современной медицины. – Новосибирск, 1998. – С. 108–109.
11. Торнуев Ю.В., Колдышева Е.В., Обижаев А.А. Особности электрогенных и поляризационных свойств новообразований различной этиологии // Сибирский научный вестник. – 2004. – Вып. 7. – С. 57–59.
12. Торнуев Ю.В., Хачатрян А.П. Билатеральная электродермальная активность и ритмы физической и умственной работоспособности // Вестник ТГПУ. – 2010. – Вып. 3. – С. 60–62.
13. Торнуев Ю.В., Колдышева Е.В., Лапий Г.А. и др. Электроимпедансометрия в гистологической технологии // Фундаментальные исследования. – 2013. – № 6. – С. 1164–1167.
14. Торнуев Ю.В., Колдышева Е.В., Лапий Г.А. и др. Биоимпедансометрия в диагностике воспалительного процесса молочной железы // Бюл. exper. биол. – 2013. – Т. 156, № 9. – С. 359–361.
15. Bourne P., Rosendahl C., Keir J., Cameron A. A diagnostic algorithm for skin cancer diagnosis combining clinical features with dermatoscopy findings // Research Dermatol. Pract. Concept. – 2012. – Vol. 2, № 2. – P. 12.

Referenses

1. Belik D.V., Belik K.D. *Meditsinskaya tekhnika – Medical technology*, 2007, no. 4, pp. 13–17.
2. Blendzhyants G.A., Bubnov V.A., Puzenko L.V., Cherepin V.A. *Klinicheskaya praktika – Clinical practice*, 2012, no. 4, pp. 23–33.
3. Bulatov R.D. *Anesteziologiya i reanimatologiya – Anesthesiology and Reanimatology*, 2012, no. 3, pp. 59–62.
4. Gelfond M.L. *Prakticheskaya onkologiya – Practical oncology*, 2012, Vol. 13, no. 2, pp. 69–77.
5. Koldysheva E.V., Tornuev Yu.V. *Sibirskiy nauchnyi vestnik – Siberian Scientific Herald*, 2003, is. 4, pp. 28–31.
6. Kovaleva M.S., Khalikov A.A., Vavilin A.Yu. *Problemy ekspertizy v meditsine – Expertise problems in medicine*, 2006, no. 3, pp. 15–19.
7. Lapii G.A., Tornuev Yu.V., Krinitsina Y.M. et al. *Fundamentalnye issledovaniya – Fundamental research*, 2014, no. 10, pp. 920–923.
8. Obizhaev A.A., Lapii G.A. *Aktualnye voprosy sovremennoy meditsiny – Actual questions of modern medicine*, Novosibirsk, 1997, pp. 23.
9. Sviridov S.V., Nikolaev D.V., Gaforov D.A. *Rossiyskiy meditsinskiy zhurnal – Russian medical journal*, 2010, no. 3, pp. 23–27.
10. Tornuev Yu.V., Obizhaev A.A. *Aktualnye voprosy sovremennoy meditsiny – Actual questions of modern medicine*, Novosibirsk, 1998, pp. 108–109.
11. Tornuev Yu.V., Koldysheva E.V., Obizhaev A.A. *Sibirskiy nauchnyi vestnik – Siberian Scientific Herald*, 2004, is. 7, pp. 57–59.
12. Tornuev Yu.V., Khachatryan A.P. *Vestnik TGPU – Herald TGPU*, 2010, no. 3, pp. 60–62.
13. Tornuev Yu.V., Koldysheva E.V., Lapii G.A. et al. *Fundamentalnye issledovaniya – Fundamental research*, 2014, no. 6, pp. 1164–1167.
14. Tornuev Yu.V., Koldysheva E.V., Lapii G.A. et al. *Byulleten eksperimentalnoy biologii i meditsiny – Bulletin of experimental biology and medicine*, 2013, Vol. 156, no. 9, pp. 359–361.
15. Bourne P., Rosendahl C., Keir J., Cameron A. *Research Dermatol. Pract. Concept.*, 2012, Vol. 2, no. 2, pp. 12.

Рецензенты:

Горчаков В.Н., д.м.н., профессор, заведующий лабораторией функциональной морфологии лимфатической системы, ФГБНУ НИИ клинической и экспериментальной лимфологии, г. Новосибирск;

Сидорова Л.Д., д.м.н., профессор, академик РАН, профессор кафедры внутренних болезней Новосибирского государственного медицинского университета МЗ РФ, г. Новосибирск.