

СПОСОБ ОЦЕНКИ ПРОПРИОЦЕПТИВНОЙ ЧУВСТВИТЕЛЬНОСТИ И ЕЁ ДИНАМИКА В ПРОЦЕССЕ РЕАБИЛИТАЦИИ БОЛЬНЫХ С ПОВРЕЖДЕНИЯМИ ПЕРИФЕРИЧЕСКИХ НЕРВОВ ПРЕДПЛЕЧЬЯ

М.А. Щедрина, А.В. Новиков, Л.П. Максимова, Е.В. Донченко, Н.В. Лоскутова

*ФГУ «Нижегородский научно-исследовательский институт травматологии и ортопедии
Федерального агентства по здравоохранению и социальному развитию»,
директор – д.м.н. профессор В.В. Азолов
г. Нижний Новгород*

Предложен способ оценки проприоцептивной чувствительности и ее динамики в процессе реабилитации больных с повреждениями периферических нервов. Изучалось состояние зрительно-моторной координации по методике, основанной на воспроизведении заданного мышечного усилия. Были обследованы 61 человек, из них 18 пациентов были оперированы по поводу перерыва срединного нерва, 19 – локтевого, 24 – обоих нервов. У всех пациентов травма нервов сопровождалась повреждением сухожилий сгибателей. Установлено, что выраженность нарушений проприоцептивной чувствительности зависит от тяжести травмы. В процессе лечения выявлена положительная динамика восстановления проприоцептивной чувствительности, опережающая появление болевой и тактильной.

The authors have devised the method of estimation of proprioceptive sensibility and its dynamics during rehabilitation of patients with injuries of forearm peripheral nerves. Examinations were performed in 61 patients: 18 of them had operations on account of disruption of median nerve, 19 – ulnar nerve, 24 – both nerves. In all cases nerve damage was accompanied by injury of flexor tendon. The conducted study showed that intensity of proprioceptive sensibility disorders were depended on injury severity. It was revealed that proprioceptive sensibility restoration occurred before appearance of pain and tactile sensitivities.

Введение. Повреждения периферических нервов верхней конечности приводят не только к нарушениям поверхностной (болевой, температурной, тактильной), но и глубокой (проприоцептивной) чувствительности. Наши клинические наблюдения показали, что пациенты с травмами срединного, а в особенности срединного и локтевого нервов, часто предъявляют жалобы на отсутствие ощущения контроля силы, с которой они производят захват предметов (ручки, сумки и т.д.). Однако, если оценить состояние поверхностной чувствительности можно с помощью теста Моберга, двухточечного дискриминационного теста, Semmes-Weinstein monofilaments, вибрационного и STI-тестов [6, 7, 9–11], то способов оценки проприоцептивной чувствительности до сих пор не существует. Не изучена и её динамика в процессе реабилитации пострадавших с травмами периферических нервов предплечья.

Для оценки проприоцептивной чувствительности нами предложен способ, основанный на регистрации показателей зрительно-моторной координации у пострадавших с травмами периферических нервов предплечья (патент РФ №2198587 от 20.02.2003). Теоретическим осно-

ванием способа явились классические работы П.К. Анохина [1] и Н.А. Бернштейна [2, 3], посвященные теории функциональных систем и физиологии движений человека, организованных по принципу сенсорной обратной связи (рис. 1). Согласно утверждениям авторов, управление движениями конечности включает обработку сигналов, поступающих от рецепторов в центральную нервную систему, сравнение их с эталоном, определение ошибки и ее последующую коррекцию по ходу движения. Такими сигналами обратной связи служат зрительная информация, а также афферентные импульсы от мышечных веретен, сухожильных, суставных и других рецепторов.

Можно предположить, что при выключении зрительной сигнализации основную роль в организации двигательного акта (дозировании усилий мышц, определении положения суставов) будет играть проприоцептивная чувствительность, которая изменяется при повреждении периферических нервов. Это проявляется в виде нарушения координации движений и их замедленности. Таким образом, показатели зрительно-моторной (зрительно-тактильно-моторно-ки-



Рис.1. Схема управления движением по П.К. Анохину (1975) и Н.А. Бернштейну (1947; 1966).

нестатической) координации отражают состояние проприоцептивной чувствительности при повреждениях нервов верхней конечности.

Для изучения состояния зрительно-моторной координации нами была использована методика исследования, основанная на воспроизведении заданного мышечного усилия (патент РФ №2198587 от 20.02.2003). В начале исследования с помощью программно-аппаратного комплекса НОКП НППИ–ННИИТО [5] определяли максимальную силу кисти (в ньютонах) при выполнении цилиндрического захвата, и эту величину принимали за индивидуальный изометрический максимум. Далее на экран монитора выводили ограничительную линию, соответствующую 50% полученного параметра. Пациент под контролем зрения тренировался, сжимая динамометр до заданной отметки. Подача команд пациенту для выполнения сжатия динамометра осуществлялась в виде последовательных звуковых сигналов, подаваемых компьютером. После освоения таких действий больному предлагали произвести сжатие динамометра с той же силой, но при отсутствии визуального контроля, для чего отключали изображение отметки на мониторе. Пациент, получив сигнал, воспроизводил по

памяти сжатие динамометра с заданным мышечным усилием без визуального контроля. Для оценки точности выполнения задания вычисляли отклонение (разность между заданным и воспроизводимым усилиями в процентах). Среднее отклонение определяли путем вычисления среднего арифметического из всех допущенных ошибок (разность между заданным и воспроизводимым усилиями в процентах) по формуле:

$$M_e = \frac{\sum_{i=1}^N e_i}{N}, \text{ где:}$$

M_e – среднее отклонение,
 e_i – отклонение в i-том испытании,
 N – число испытаний.

По величине среднего отклонения оценивали состояние проприоцептивной чувствительности у больных с повреждениями периферических нервов в области предплечья, а по изменению M_e в процессе восстановительного лечения судили о динамике её восстановления. Полученные величины отклонений при воспроизведении заданного мышечного усилия сравнивались с показате-

лями здоровых лиц, которые составили для мужчин $16,0 \pm 1,0\%$, для женщин – $15,0 \pm 1,0\%$ [4].

В зависимости от типа полученных данных и вида их распределения использовались методы описательной статистики, параметрические или непараметрические критерии проверки гипотез, корреляционный анализ [8].

Материал и методы

Состояние проприоцептивной чувствительности в процессе реабилитации было изучено у 61 больного, из которых 18 были оперированы по поводу перерыва срединного нерва, 19 – локтевого, 24 – обоих нервов. При этом у всех пациентов травма нервов сопровождалась повреждением сухожилий сгибателей.

Результаты и обсуждение

Анализ полученных результатов исследования (табл.) показал, что значения среднего отклонения у пациентов с изолированными ранениями

ких нервов тесно коррелировали с клинической оценкой болевой и тактильной чувствительности, а также с результатами теста Моберга ($r=0,94$).

При повторном исследовании, выполненном в начале курса интенсивных реабилитационных мероприятий, показатели проприоцептивной чувствительности не отличались от дооперационных. Анализ данных с использованием критерия Вилкоксона показал отсутствие достоверных различий по сравнению с предыдущим исследованием как у больных с травмами одного из нервов ($p=0,14$), так и при сочетанных повреждениях ($p=0,17$). В то же время нарушения проприоцептивной чувствительности оставались более выраженными у пострадавших с сочетанными травмами срединного и локтевого нервов ($p=0,0001$ по критерию Манна-Уитни). Это объясняется отсутствием проводимости по нерву в эти сроки, нарушением функции большого числа сухожилий, а также вынужденным длительным ограни-

Таблица

Показатели среднего отклонения при выполнении заданного мышечного усилия в процессе реабилитации больных с травмами периферических нервов предплечья (%)

Поврежденный нерв	Сроки исследования				
	до операции	начало первого курса реабилитации	окончение первого курса реабилитации	начало плановых курсов лечения	отдаленный результат (год и более после операции)
Локтевой (n=19)	45,0 [30,0;61,8]	41,0 [30,0;52,2]	28,0 [18,0;34,2]	20,0 [10,6;23,2]	13,0 [5,8;19,2]
Срединный (n =18)	48,0 [26,2;62,8]	48,0 [24,6;61,8]	29,0 [11,0;48,2]	21,1 [10,7;38,3]	15,0 [8,0;24,8,8]
Оба нерва (n =24)	57,0 [39,0;98,6]	56,0 [36,4;88,0]	32,0 [22,4;52,4]	23,0 [11,6;31,8]	16,0 [8,2;27,4]

* в таблице указаны значения медианы, 10 и 90% персентелей.

срединного и локтевого нервов не отличались на всем протяжении лечения ($p>0,05$), что в дальнейшем позволило объединить их в одну группу.

Перед оперативным вмешательством у всех больных наблюдалось нарушение проприоцептивной чувствительности, о чем свидетельствовало увеличение значений среднего отклонения при воспроизведении заданного мышечного усилия в три и более раз по сравнению с нормой. При ранениях только срединного или локтевого нервов эти показатели были ниже, чем у пострадавших с травмами обоих нервов (по критерию Манна Уитни $p=0,018$). На наш взгляд, причиной выраженных нарушений зрительно-моторной координации явилось выключение системы обратной афферентации вследствие перерыва периферического нерва и сопутствующего повреждения сухожилий, содержащих проприорецепторы. Следует отметить, что до операции значения среднего отклонения у пациентов с травмами периферичес-

чением двигательной активности во время иммобилизации конечности, что приводит к разрушению системы обратной связи и, как следствие, к нарушению проприоцептивной чувствительности.

К моменту окончания первого курса реабилитационных мероприятий у пострадавших как с ранениями одного, так и с сочетанными травмами обоих нервов отмечалось уменьшение показателей среднего отклонения при воспроизведении заданного мышечного усилия, что свидетельствовало о тенденции к восстановлению проприоцептивной чувствительности. Сравнение величин среднего отклонения в начале лечения и по окончании первого курса реабилитации с использованием критерия Вилкоксона подтверждало достоверную разницу этих показателей у пациентов с повреждениями одного из нервов ($p=0,000002$) и сочетанными травмами ($p=0,000092$) обоих. Однако, несмотря на это, они оставались в 2–2,5

раза выше нормальных значений. Следует отметить достоверную разницу полученных данных в группах пациентов с повреждениями одного и обоих нервов (по критерию Манна-Уитни $p=0,036$). Проведенный на этом этапе корреляционный анализ показал отсутствие связи среднего отклонения и клинической оценки болевой, тактильной чувствительности и данных теста Моберга ($r=0,15$).

Исследование показателей проприоцептивной чувствительности в начале плановых курсов реабилитации показало уменьшение среднего отклонения при выполнении заданного усилия по сравнению с данными, полученными на момент окончания первого курса лечения. По критерию Вилкоксона, достоверные различия имели место и у пациентов с повреждениями одного нерва ($p=0,000113$), и у больных с травмами обоих нервов ($p=0,001658$). Но, несмотря на уменьшение значений среднего отклонения при воспроизведении заданного мышечного усилия, у большинства пациентов оно оставалось выше нормальных значений. Так, к этому времени из 37 пострадавших с травмами одного нерва значения среднего отклонения достигали нормальных у 11, а в группе пациентов с повреждениями обоих нервов – только в 5 случаях. В целом величины среднего отклонения у больных с травмами обоих нервов были выше, чем у пациентов с ранениями одного из них (по критерию Манна-Уитни $p=0,062$). Положительная динамика значений среднего отклонения при воспроизведении заданного мышечного усилия совпадала с восстановлением болевой и тактильной чувствительности, результатами теста Моберга ($r=0,73$). На наш взгляд, это объясняется, во-первых, восстановлением амплитуды активных движений в суставах кисти, а следовательно, более активным участием сухожильно-связочного аппарата, богатого проприорецепторами, в двигательном акте; во-вторых, постепенным восстановлением реиннервации, что подтверждалось и данными стимуляционной электромиографии. В результате целенаправленной двигательной терапии и переобучения чувствительности у больных, оперированных по поводу повреждения нервов, происходит восстановление системы обратной афферентации, а следовательно, и проприоцептивных механизмов.

Нормальные показатели среднего отклонения от заданного усилия, выполняемого без визуального контроля, достигнуты у большинства пациентов только через год после шва нерва. Следует отметить, что у 8 пострадавших после ранений одного нерва и у 9 – после травм нервов этот показатель был более 20%. Анализ полученных результатов с помощью критерия Ман-

на-Уитни показал более выраженные нарушения проприоцептивной чувствительности у больных с ранениями двух нервов и сухожилий ($p=0,062$). Однако при расчете на всю совокупность обследованных с травмами нервов значения среднего отклонения в эти сроки не отличались от нормальных показателей ($p>0,1$). При сравнении отдаленных результатов с предыдущим исследованием величины среднего отклонения достоверно отличались (по критерию Вилкоксона при повреждениях одного нерва $p=0,000127$, обоих – $p=0,000543$). Это подтверждало восстановление нервной проводимости и, в частности, проприоцептивной чувствительности как одной из составляющих этой функции. Коэффициент корреляции с показателями оценки болевой, тактильной чувствительности и тестом Моберга составил 0,74.

Выводы

Предложенный способ позволил количественно охарактеризовать состояние проприоцептивной чувствительности у пострадавших с травмами периферических нервов предплечья и изучить динамику её восстановления в процессе реабилитации. Установлено, что выраженность нарушений проприоцептивной чувствительности зависит от тяжести травмы. Её максимальные нарушения наблюдались у пациентов с сочетанными повреждениями обоих нервов и сухожилий, что вызывало дефицит афферентной импульсации как за счет бездействия мышц вследствие их денервации, так и за счет дисфункции самих сухожилий.

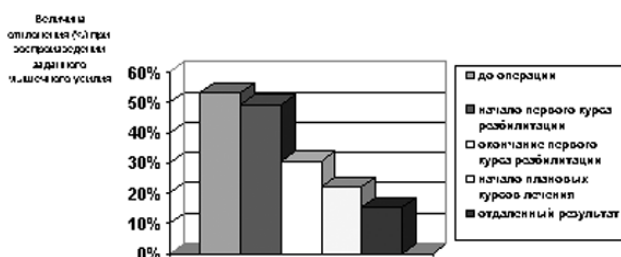


Рис. 2. Динамика показателей среднего отклонения при воспроизведении заданного мышечного усилия в процессе реабилитации больных с повреждениями периферических нервов предплечья (при расчете на всю совокупность обследованных).

В процессе лечения наблюдается положительная динамика восстановления проприоцептивной чувствительности (рис. 2). Причем она опережает появление болевой и тактильной, что, на наш взгляд, связано с нормализацией активных движений в суставах кисти оперированной конечности. При этом проприорецепторы действующих сухожилий

являются достаточным источником афферентных импульсов для запуска обратной связи.

Литература

1. Анохин П.К. Очерки по физиологии функциональных систем / П.К. Анохин. — М.: Медицина, 1975. — 448 с.
2. Бернштейн Н.А. О построении движений / Н.А. Бернштейн. — М.: Медгиз, 1947. — 256 с.
3. Бернштейн Н.А. Очерки по физиологии движений и физиологии активности / Н.А. Бернштейн. — М.: Медицина, 1966. — 349 с.
4. Гланц С. Медико-биологическая статистика: Пер. с англ. / С. Гланц — М.: Практика, 1999. — 459 с.
5. Матев И. Реабилитация при повреждениях руки: Пер. с болг. / И. Матеев, С. Банков — София: Медицина и физкультура, 1981. — 256 с.
6. Радау Ю.В. Биомеханические параметры нормальной кисти / Ю.В. Радау, А.В. Новиков // VI Всероссийская конференция по биомеханике «Биомеханика-2002»: Тез. докл. — Н. Новгород, 2002. — С. 164.
7. Смирнов Г.В. Программно-аппаратный комплекс для изучения функционального состояния верхней конечности / Г.В. Смирнов, В.Д. Вешуткин, В.Г. Чернов и др. // III Всероссийская конференция по биомеханике: Тез. докл. — Н. Новгород, 1996. — Т. I. — С. 173.
8. Dellon A.L. Sensibility testing / A.L. Dellon // Operative nerve repair and reconstruction. — Philadelphia: JB Lippincott, 1991. — 141 p.
9. Louis D.S. Evaluation of normal values for stationary and moving two-point discrimination in the hand / D.S. Louis, T.L. Greene, K.E. Jacobson et al. // J. Hand Surg. — 1984. — Vol. 9-A, N 4. — P. 552—555.
10. Ros  n B. Inter-tester reliability of the STI-test / B. Ros  n // J. Hand Surg. — 2002. — Vol. 27-B, Suppl. 1. — P. 78.
11. Stanley B. Concepts in hand rehabilitation / B. Stanley, S. Tribuzi. — Philadelphia: F.A. Davis Company, 1992. — 582 p.