

Эволюция и роль функционального направления исследований в РНЦ «ВТО» им. акад. Г.А. Илизарова

В.А. Щуров

The evolution and role of the functional trend of studies at «Russian Ilizarov Scientific Center "Restorative Traumatology and Orthopaedics"»

V.A. Shchourov

Федеральное государственное учреждение

«Российский научный центр "Восстановительная травматология и ортопедия" им. академика Г. А. Илизарова Росмедтехнологий», г. Курган (генеральный директор — заслуженный деятель науки РФ, член-корреспондент РАМН, д.м.н., профессор В.И. Шевцов)

Несмотря на первые триумфальные успехи в лечении больных, достигнутые Г.А. Илизаровым при использовании аппарата для чрескостного компрессионно-дистракционного остеосинтеза, до создания в Кургане научно-исследовательского института оставалось слишком много вопросов, связанных с отсутствием сведений о состоянии костей и окружающих мягких тканей после проведения большого числа спиц, механизмом работы аппарата внешней фиксации, надежности фиксации костных отломков, состоянием кровообращения и иннервации оперированного сегмента конечности. Зарубежных специалистов смущало отсутствие сведений о функциональном состоянии суставов и мышц, через которые проходили спицы аппарата как в процессе лечения, так и после его окончания, насколько реально было заключение о совмещении по времени лечебной и функциональной реабилитации больных в этих условиях.

На решение этих задач была направлена деятельность в том числе и лаборатории клинической физиологии и биомеханики нашего Центра, созданной ещё в период существования Курганского филиала ЛНИИТО им. Р.А. Вредена. С самого начала выяснилось, что адекватной аппаратуры для проведения подобных исследований медицинская промышленность не выпускает. Поэтому в лаборатории, возглавляемой О.В. Тарушкиным, работала целая группа инженеров. Чрезвычайно важно было оценить механизм ослабления фиксации спиц в связи с ожогом кости при их проведении через кортикальную пластинку диафиза, разработать безопасный режим сверления. Такая задача была успешно решена Г.И. Шевченко [1].

Во-вторых, требовалось оценить динамику биомеханических свойств костного регенерата в процессе лечения травматологических больных. Применение с этой целью ультразвуковых методов исследования первого поколения не дало ожидаемого результата [2]. Был разработан тензометрический способ оценки микроподвижности костных отломков в аппарате Илизарова при аксиаль-

ном дозированном нагружении конечности [3]. Выяснилось, что предполагаемой абсолютной неподвижности на стыке отломков нет. Более того, краевая резорбция концов отломков приводит к увеличению микроподвижности, которая в ходе дальнейшего лечения снижается, но не исчезает до момента прекращения фиксации кости.

Для оценки эффективности функциональной реабилитации была сконструирована оригинальная биомеханическая дорожка для исследования опорных реакций стопы. При этом определялись не только временные параметры шага, но и количественно оценивалась функциональная нагрузка на передний и задний отделы стоп, а также на дополнительные средства опоры. Впервые было доказано, что больной с неосложненными переломами костей нижних конечностей в условиях применения чрескостного компрессионного остеосинтеза может нагружать конечность при стоянии, а затем и при ходьбе с первых дней после травмы [4, 5]. Для оценки биомеханических свойств мягких тканей опорной поверхности стопы был разработан способ, основанный на определении степени демпфирования тканями прикладываемого извне давления [6].

В конце 80-х годов остро стоял вопрос о необходимости разработки теоретического обоснования стимулирующего влияния напряжения растяжения тканей на их регенерацию и рост. Прошла дискуссия о гипертоническом и пластическом состоянии тканей при дистракции. В итоге была выдвинута Г.А. Илизаровым концепция о стимулирующем влиянии напряжения растяжения на процесс регенерации. Однако количественного подтверждения положений концепции не было. В нашей лаборатории были созданы высокочувствительные устройства для оценки поперечной твердости мышц и упругости кожных покровов [7]. Было обнаружено, что показатели упругости мышц, кожных покровов и стенок артерий увеличиваются по мере естественного продольного роста конечностей у

детей. У больных с отставанием в росте сегментов конечностей после их оперативного удлинения показатели упругости мышц, кожных покровов и стенок артерий достигают значений, характерных для здоровых людей с такой же длиной соответствующей конечности [8, 9].

Проведенные исследования позволили установить, что продольный рост конечностей у детей сопровождается повышением упругости мышц в состоянии покоя, которая вначале стимулирует, а затем ингибирует функциональную активность метаэпифизарных пластинок роста кости. Функциональная активность метаэпифизарных пластинок роста зависит от уровня системного артериального давления, являющегося местным фактором стимуляции роста.

Было разработано устройство для определения внутритканевого давления, что позволило установить роль возрастающего при травмах конечностей и дистракции внутримышечного давления, которое способствует снижению трансмурального давления в стенках артерий и ускорению регионарного кровотока. Однако при больших удлинениях сегментов конечностей, также как при синдроме сдавления, внутримышечное давление может приближаться к критическому уровню перекрытия артериолярного русла [10], что способствует ишемизации мышц с последующим недоставлением их функциональных способностей. Организм в этих условиях отвечает компенсаторным повышением уровня системного артериального давления [11].

В связи с широким внедрением В.И. Шевцовым в начале 90-х годов в практику амбулаторного режима лечения больных с травмами и заболеваниями опорно-двигательной системы возникла необходимость определения функциональных критериев для перевода стационарных больных на этот режим лечения. Такая работа впервые была выполнена коллективом сотрудников нашей лаборатории. Показано, что интегральным критерием в оценке возможности перевода больных на амбулаторный режим лечения является возможность прохождения ими в сутки не менее 2 км без функциональной перегрузки органов системы транспорта кислорода [12].

Совершенствование метода чрескостного остеосинтеза шло по пути раскрытия заложенных в нем возможностей сокращения сроков лечения, достижения наибольших величин удлинения конечностей. Были исследованы особенности продольного роста различных сегментов конечностей у больных с ахондроплазией [13]. Показано, что при избирательной задержке продольного роста конечностей у больных детей с ахондроплазией сохраняются резервы роста и развития окружающих мягких тканей. В клинике с каждым годом поднималась планка достижения рекордных значений прироста длины конечностей у этих больных. Было показано,

что подросткам можно полностью компенсировать отставание в росте тела, удлив нижние конечности на 40 см. Клиническим критерием оптимальной величины удлинения в то время было полное уравнивание дефинитивных размеров тела со здоровыми сверстниками.

Однако вскоре стало ясно, что нужны какие-то другие критерии оценки оптимума длины конечностей, которая должна быть меньше дефинитивных значений у здоровых сверстников. Исследование биомеханических и функциональных свойств мышц и других тканей показало, что под влиянием оперативного увеличения длины отстающих в росте конечностей происходит повышение исходного сниженного напряжения растяжения мышц, сосудов и кожных покровов, что в известных пределах может способствовать возрастному повышению функциональных возможностей мышц у детей [14].

Уже к возрасту 5 лет можно прогнозировать по достигнутым размерам сегментов конечностей темп их естественного роста и конечную длину [15]. Впервые показано, что отставание продольных размеров сегментов конечности имеет свои пороговые значения, при которых их дальнейший естественный рост прекращается. Для рудимента голени таким порогом является ее длина 12 см.

Критерием оптимального увеличения длины отстающих в длине конечностей, по-видимому, является достижение ими таких размеров, при которых улучшаются функциональные показатели локомоторной системы: скорость ходьбы, пройденный за сутки путь [16, 17, 18]. Предложенный функциональный подход к определению оптимальной длины конечностей оказался применим и к здоровым людям, в частности к спортсменам. С увеличением длины конечностей у детей и подростков возрастает и сила соответствующих групп мышц. Однако при превышении оптимальных размеров конечности у молодых мужчин и женщин момент силы мышц, отнесенный к массе тела, начинает уменьшаться. Следовательно, по пиковым значениям относительного момента силы мышц можно судить об оптимальных продольных размерах тела [19]. Такие расчеты интересны в связи с тем, что появляется все больше молодых здоровых людей, желающих оперативно увеличить длину конечности за пределы достигнутых дефинитивных размеров. При этом важно знать пределы оптимальных величин длины конечностей, когда эстетический эффект преобладает над эффектом снижения функциональных способностей мышц.

Следует сказать, что даже в неблагоприятных социально-экономических условиях жизни у детей первых лет жизни при задержке естественного продольного роста тела сохраняются резервы наверстывающего роста за счет относительно независимого роста и развития жизненно

важных органов, в частности сердца [20]. Работа сердца обеспечивает сохранение определенного уровня кровяного давления и, следовательно, поддержание гидравлического скелета тканей. Темп прироста этого давления тесно взаимосвязан с темпом продольного роста тела. В случаях ухудшения качества жизни и отставания в размерах тела или отдельных его частей системная артериальная гипертензия является фактором стимуляции продольного роста отставшей в размерах конечности, предотвращения отрицательного корригирующего влияния на рост тела [21]. При этом наблюдается, так же как и при оперативном лечении больных, раскрытие артериовенозных анастомозов, повышение веноулярного и капиллярного давлений крови, увеличение фильтрационного и тканевого давлений.

На протяжении всей истории лаборатории её сотрудники остро ощущали недостаточность существовавшей ранее в клинической практике оценки силы мышц конечностей по 5-балльной системе с ошибкой более 20 %. Динамометрические устройства должны были удовлетворять ряду условий: сила должна определяться только у тестируемой группы мышц, ось вращения подвески должна совпадать с осью вращения сустава, иметься возможность изменения установки сегмента в соответствующем суставе, измерения должны выполняться в том числе и в условиях наложенного на конечность аппарата Илизарова. Такие оригинальные стенды были созданы [22, 23].

Стало возможным определить резервные возможности мышц при изменении их длины у различных групп больных [24]. Была показана возможность полного восстановления сократительной способности мышц бедра и голени после удлинения отстающих в росте конечностей у подростков [25, 26]. Более того, впервые доказана возможность полного восстановления динамометрических показателей мышц после переломов костей у подростков. При этом под полным (100 %) восстановлением понимается ситуация, когда момент силы мышц поврежденной конечности после окончания лечения у больных близок к показателям интактной. Дано теоретическое обоснование выявленному феномену [27].

Не менее важной задачей последних лет являлось исследование влияния на функциональные свойства мышц конечностей, нарушения их кровоснабжения и газового состояния тканей при облитерирующих поражениях артерий [28]. Было показано, что не исходное состояние магистрального и капиллярного кровотока мышц, а резервные возможности сосудистого русла определяют как текущее состояние больного, так и продолжительность жизни конечности [29].

Внедренный в практику способ интраоперационного определения микроциркуляции в спинном мозге и его корешках при их компрессии и

повреждении позволил не только определять текущее состояние больного, но и в значительной мере прогнозировать исход лечения [30, 31].

Сложившаяся в последние 15 лет чрезвычайная социально-экономическая ситуация в стране и особенно в Курганской области потребовала проведения соответствующих физиологических исследований, поскольку общеизвестно, что, например, экологические, наследственные и многие другие факторы вместе взятые оказывают меньшее влияние на рост и развитие детей по сравнению с неполноценным протеиновым питанием. В условиях ухудшения качества жизни населения у травматологических больных замедлились темпы репаративной регенерации кости и тем больше, чем тяжелее был перелом [31]. Исследование естественной модели нарушения качества питания населения позволило исследовать компенсаторные возможности роста и развития интеллекта детей в процессе постнатального онтогенеза, пересмотреть некоторые вопросы акселерации роста в антропологии [32].

Использование сотрудниками лаборатории высокопроизводительных ультразвуковых и биомеханических установок нового поколения способствовало открытию широких горизонтов исследовательской деятельности. Современные установки позволяют оценивать особенности изменения структуры мышц и кожных покровов, формирования и кровоснабжения костного регенерата. При этом изучаются ранние проявления нарушений осанки у детей и подростков, нарушение распределения нагрузки на различные отделы стопы при стоянии и ходьбе [33, 34]. Газовый режим в тканях конечности определяется не только при недостаточности артериального притока, но и у больных с врожденными и приобретенными заболеваниями [36]. Такие исследования имеют большое значение для теоретической и практической травматологии и ортопедии и отвечают насущным потребностям клинической практики.

На современном этапе развития ФГУ РНЦ «ВТО» произошло объединение лабораторий физиологии кровообращения и нейрофизиологии в отдел физиологии. В отделе трудятся 13 сотрудников, из них 5 докторов наук. Под руководством проф. В.А. Щурова выполнено и защищено более 20 кандидатских и докторских диссертаций, под руководством д.б.н. А.П. Шеина, внесшего существенный вклад в развитие нейрофизиологии и обеспечение информационной поддержки основных направлений Центра, выполнено и защищено 5 кандидатских диссертаций.

Настоящий этап истории отдела функциональных исследований костной и мышечной систем пишется в научных структурах подразделения исследованиями, проводимыми физиологами, опытными специалистами в клинике и в эксперименте. Однако как бы совершенны не были

приборы и установки, творческий поиск физиолога в клинике всегда должен быть освещен постановкой общебиологических теоретических проблем с построением гипотез и концепций.

При этом во главу угла при оценке эффективности лечения больных должны быть поставлены функциональные возможности локомоторной системы и организма больного в целом.

ЛИТЕРАТУРА

1. Илизаров, Г. А. К вопросу измерения внутрикостной температуры в процессе чрескостного остеосинтеза / Г. А. Илизаров, О. В. Тарушкин, Г. И. Шевченко // Тез. докл. второй Всесоюз. конф. по проблемам биомеханики : в 4-х т. - Рига, 1979. - Т. 4. - С. 283-287.
2. Ли, А. Д. Некоторые возможности прижизненной оценки состояния костной ткани с помощью ультразвука / А. Д. Ли, О. В. Тарушкин // Ультразвук в физиологии и медицине : тез. докл. - Ростов н/Д, 1972. - С. 19-21.
3. Щуров, В. А. Динамика изменения микроподвижности костных отломков при компрессионном остеосинтезе / В. А. Щуров, Б. И. Кудрин, А. В. Шишкин // Ортопед., травматол. - 1979. - № 6. - С. 44-45.
4. Щуров, В. А. Влияние уровня перелома большеберцовой кости на восстановление функции конечности в условиях фиксации отломков аппаратом Илизарова / В. А. Щуров, Б. И. Кудрин // Вестн. хирургии им. И. И. Грекова. - 1982. - Т. 128, № 3. - С. 110-113.
5. Кудрин, Б. И. Возрастные особенности восстановления некоторых функциональных показателей опорно-двигательного аппарата при лечении больных с переломами костей голени / Б. И. Кудрин, В. А. Щуров, А. П. Шеин // Ортопед., травматол. - 1980. - № 8. - С. 33-37.
6. Щуров, В. А. Метод исследования биомеханических свойств мягких тканей опорной поверхности стопы / В. А. Щуров // Ортопед., травматол. - 1986. - № 3. - С. 32-34.
7. Щуров, В. А. Взаимосвязь биомеханических и функциональных характеристик мягких тканей голени при её удлинении по Илизарову / В. А. Щуров, Б. И. Кудрин, А. П. Шеин // Ортопед., травматол. - 1981. - № 10. - С. 30-34.
8. Шевцов, В. И. Структурные основы биомеханических свойств кожи при растяжении / В. И. Шевцов, Л. А. Гребенюк, В. А. Щуров // Успехи физиологических наук. - 2003. - Т. 34, № 3. - С. 78-88.
9. Щуров, В. А. Скорость распространения пульсовой волны при изменении длины конечности и регионального артериального давления у обследуемых разного возраста / В. А. Щуров, Т. И. Долганова, Е. Н. Щурова // Физиология человека. - 1993. - Т. 19, № 4. - С. 64-69.
10. Щуров, В. А. Изменение давления в икроножной мышце при лечении больных с повреждениями костей голени по Илизарову / В. А. Щуров, Л. Ю. Горбачева, Ю. М. Сысенко // Вестн. хирургии им. И. И. Грекова. - 1994. - Т. 20, № 3. - С. 104-112.
11. Тактика ведения детей и подростков с артериальной гипертензией в процессе лечения методом чрескостного остеосинтеза / Т. И. Долганова [и др.] // Гений ортопедии. - 2001. - № 3. - С. 19-24.
12. Некоторые физиологические критерии перевода стационарных ортопедо-травматологических больных на амбулаторный режим лечения / В. И. Шевцов [и др.] // Актуальные проблемы чрескостного остеосинтеза по Илизарову : сб. науч. тр. - Курган, 1987. - Вып. 12. - С. 92-98.
13. Щуров, В. А. Антропометрический подход к обоснованию оперативной коррекции длины и пропорций тела больных с ахондроплазией / В. А. Щуров, Б. И. Кудрин, С. А. Герасимов // Ортопед., травматол. - 1981. - № 10. - С. 30-34.
14. Илизаров, Г. А. Влияние напряжения растяжения на биомеханические свойства мышц, их кровоснабжение и рост голени / Г. А. Илизаров, В. А. Щуров // Физиология человека. - 1988. - Т. 14, № 1. - С. 26-32.
15. Щуров, В. А. Особенности продольного роста голени у больных ахондроплазией / В. А. Щуров, Т. И. Менщикова // Физиология человека. - 1999. - № 1. - С. 11-13.
16. Щуров, В. А. Влияние удлинения нижних конечностей на показатели локомоторной двигательной активности больных ахондроплазией / В. А. Щуров, Т. И. Менщикова // Гений ортопедии. - 1997. - № 1. - С. 19-23.
17. Шевцов, В. И. Теоретические предпосылки и практические последствия увеличения длины нижних конечностей у больных ахондроплазией / В. И. Шевцов, Т. И. Менщикова, В. А. Щуров // Рос. журн. биомеханики. - 2000. - Т. 26, № 3. - С. 74-79.
18. Попков, А. В. Продольный рост врожденно укороченной нижней конечности после ее оперативного удлинения / А. В. Попков, В. А. Щуров // Вестн. травматологии и ортопедии им. Н. Н. Приорова. - 2003. - № 4. - С. 48-53.
19. Шевцов, В. И. Оптимальные продольные размеры нижних конечностей / В. И. Шевцов, В. А. Щуров // Гений ортопедии. - 2004. - № 4. - С. 52-56.
20. Щуров, В. А. Особенности роста детей с перинатальной патологией нижних конечностей / В. А. Щуров, Н. В. Сазонова, И. М. Бочегова // Гений ортопедии. - 2002. - № 2. - С. 120-122.
21. Артериальная гипертензия и продольный рост у детей и подростков с заболеваниями опорно-двигательного аппарата / В. А. Щуров [и др.] // Педиатрия. - 1985. - № 3. - С. 40-42.
22. Пат. 2029535 Российская Федерация, МКИ6 А 61 Н 1/10. Устройство для ангиодинамометрии / В. А. Щуров. - № 5042260/14 ; заявл. 15.05.92 ; опубл. 27.02.95, Бюл. № 6. - 1 с.
23. Пат. 35703 Российская Федерация, МКИ7 А 61 В 17/56. Устройство для определения силы мышц бедра / Щуров В. А., Долганов Д. В., Долганова Т. И., Атманский И. А. - № 2003118782/20 ; заявл. 23.06.2003 ; опубл. 10.02.2004, Бюл. № 4.
24. Щуров, В. А. Зависимость биомеханических свойств мышц голени от их длины у больных с патологией опорно-двигательного аппарата / В. А. Щуров, Л. А. Гребенюк // Физиология человека. - 1994. - Т. 20, № 3. - С. 104-112.
25. Щуров, В. А. Сократительная способность мышц бедра у детей и подростков с заболеваниями опорно-двигательной системы / В. А. Щуров // Гений ортопедии. - 2003. - № 4. - С. 43-46.
26. Щуров, В. А. Методика оценки сократительной способности мышц голени у больных женского пола с заболеваниями опорно-двигательной системы / В. А. Щуров // Гений ортопедии. - 2003. - № 3. - С. 72-75.
27. Феномен антиэнтропийного ускорения восстановления функционально-структурных свойств тканей травмированной голени / В. А. Щуров [и др.] // Гений ортопедии. - 2006. - № 1. - С. 63-66.
28. Щурова, Е. Н. Возрастная динамика сократительной способности мышц в условиях недостаточности кровоснабжения нижних конечностей / Е. Н. Щурова, В. А. Щуров, Л. А. Гребенюк // Физиология человека. - 2004. - Т. 30, № 2. - С. 209-215.
29. Щуров, В. А. Состояние микроциркуляторного русла мышц голени у больных с облитерирующими поражениями артерий конечности / В. А. Щуров, Е. Н. Щурова // Гений ортопедии. - 2000. - № 3. - С. 58-71.
30. Нарушения микроциркуляции в спинном мозге в позднем периоде травматической болезни / В. И. Шевцов [и др.] // Вопросы нейрохирургии. - 2003. - № 3. - С. 17-21.
31. Щуров, И. В. Хронобиологические, социально-экономические и биологические факторы, определяющие регенераторную способность кости / И. В. Щуров // Науч. вестн. Ханты-Мансийского мед. ин-та. - 2006. - № 1. - С. 134-135.
32. Щуров, В. А. Размеры головы новорожденных и информационная гипотеза акселерации / В. А. Щуров, С. С. Исмаилова, Н. И. Величутина // Вестн. ЮУрГУ. - 2003. - № 5-6. - С. 120-122.
33. Постурологическая оценка нарушений осанки туловища у больных коксартрозом / В. И. Шевцов [и др.] // Гений ортопедии. - 2004. - № 4. - С. 69-74.
34. Попков, А. В. К проблеме постурологических оценок результатов лечения больных с односторонним укорочением нижних конечностей / А. В. Попков, Д. В. Долганов, Д. А. Попков // Рос. журн. биомеханики. - 2003. - Т. 7, № 3. - С. 99-110.

Рукопись поступила 02.10.06.