

ВЛИЯНИЕ ДВИГАТЕЛЬНОЙ АКТИВНОСТИ И ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ НАГРУЗОК НА РЕГЕНЕРАЦИЮ ПЕРЕЛОМОВ

И.В. Щуров, А.Н. Прокопьев

Тюменская областная клиническая больница № 2

Роль двигательной активности в функционировании различных систем описана достаточно подробно. Теоретической основой учения о стимулирующем влиянии двигательной активности на функцию различных систем является учение о моторно-висцеральной регуляции, представление о роли моторной доминанты в вегетативном обеспечении органов и о кинезофилии [32]. В последние годы в лаборатории профессора В.В. Колпакова [28] проведен ряд важных в научном и практическом значениях исследований для оценки влияния двигательного режима на различные сферы жизнедеятельности и состояние здоровья человека. В условиях сохранения после травмы двигательной активности снижается процент осложнений у больных пожилого и старческого возраста со стороны внутренних органов, в частности легких [45]. Степень мобилизации больных после операции по поводу перелома тазобедренного сустава позволяет прогнозировать смертность в течение одного года [57, 68].

Активным поборником идеи о стимулирующем влиянии функциональной нагрузки на кровоснабжение регенерата являлся В.И. Стецула [40]. Однако, не исключена и обратная зависимость: при более благоприятном течении заживления перелома быстрее восстанавливается двигательная активность больных. Доказано неблагоприятное влияние иммобилизации конечности для заживления перелома кости, фиксируемой пластиной [72]. Пассивные ранние циклические движения могут оказаться полезными как для консолидации кости, так и для восстановления структуры суставного хряща [22,71]. В то же время в эксперименте на животных не обнаружено стимулирующего влияния восстановления опороспособности конечности на заживление перелома [75]. Несомненный вклад в разработку представлений о роли физической активности больных в период лечения внес З.М. Атаев [4,5]. Им показана целесообразность более полного сохранения функциональной активности травмированной конечности при лечении переломов кости. Впрочем, роль функциональной нагрузки, как фактора стимуляции репаративной регенерации сломанной кости, декларируется практически всеми травматологами. Замечено, что в группе больных, мало нагружающих конечность, существенно снижены не только сила мышц, но и замедлен процесс репаративной регенерации кости [18,31,50].

Биомеханическая система «мышцы-кость» представляет собой диалектическое единство, обеспечивающее и опору, и передвижение. Сосуды мышц являются основным источником васкуляризации экстраоссальной костной мозоли [10,19,58,64,73,76]. Усиление кровоснабжения мышц приводит к стимуляции кровоснабжения кости, увеличивая поперечник конечности в период роста, мышцы повышают изгибающую жесткость сегмента конечности, и способствует балансированию внецентренных нагрузок на кость [69]. После перелома костей функция мышц нарушается полностью или частично. Их восстановление происходит относительно медленно и способствует восстановлению функциональных способностей опорно-двигательной системы в целом. Существенную роль в процессе регенерации Г.А. Илизаров [24] придавал функциональной нагрузке, которая, как известно, препятствует развитию остеопороза [54] и способствует улучшению трофики окружающих мягких тканей. Стабилизация костных отломков с помощью аппарата внешней фиксации создает условия для ранней активизации больных, возрастания статической и динамической нагрузки на конечность [30]. Вопрос о количественной оценке взаимосвязи двигательной активности и эффективности лечения больных остается открытым и исследованным в основном в экспериментах на животных [17,35,40]. В.И. Стецула с соавт. [40] полагали, что механический фактор реализует влияние на структурную организацию кости через гидродинамические эффекты, возникающие при ее деформации. Этот же вопрос

может быть рассмотрен с позиций рефлекторного соматовегетативного взаимодействия скелетных мышц и внутрикостных сосудов [32].

Г.А. Илизаров пришёл к заключению, что компрессия при одной и той же величине может создавать как положительный, так и отрицательный эффекты, в зависимости от условий, и главным образом, состояния кровообращения. При нарушении кровообращения остеогенез прекращается [73]. Рост тканей стимулируется при таком давлении, которого недостаточно для перекрытия артериального русла, но которое способствует снижению трансмурального давления, что способствует ускорению кровообращения [24,25].

Одновременно с ростом в длину увеличивается и масса тела человека. Существует мнение, что именно количественная характеристика тканей у детей определяет величину артериального давления [59]. Помимо повышения артериального, стимулирующее влияние на рост детей оказывает и повышение венозного давления [63]. Накопилось большое количество фактов влияния повышения венозного давления и давления интерстициальной жидкости при врожденных и приобретенных артерио-венозных анастомозах, сосудистых опухолях и опухолях других тканей на местный рост органов [36,56,62,67].

Механизм местного биомеханического воздействия гипертензии, создающей напряжение растяжения тканей, на процесс роста в значительной степени стал понятней после открытия общебиологического свойства тканей отвечать на дозированное растяжение ростом и регенерацией [24]. Напряжение растяжения тканей возникает как под влиянием функции метаэпифизарных пластинок кости, так и под влиянием увеличения внутрисосудистого давления при изменении свойств гидравлического скелета.

Установлено, что артериальная гипертензия в период естественного роста тела является важным звеном в регуляции ростовых процессов у детей с перинатальной патологией развития [51].

Роль кровообращения для регенерации в клинике наиболее подробно проанализировали В.И. Фишкин и соавт.[43]. Для запуска регенераторной реакции в постоянно подвергающихся механическим воздействиям тканях необходима деструкция и возникновение тканево-сосудистого несоответствия.

Влияние нарушений кровоснабжения на репаративную регенерацию экспериментально исследовано при проведении опытов на животных. Было показано, что в условиях создания механического покоя на стыке костных отломков в зону повреждения врастают капилляры, и образующиеся из недифференцированных клеток остеобласты формируют вокруг них костные балочки [65]. Так возникает первичное ангиогенное сращение перелома. В условиях сохранения подвижности отломков васкуляризация зоны повреждения затруднена, и возникающая фиброзно-хрящевая форма регенерата направлена на создание покоя в этой области [69].

Для образования костной ткани необходимо адекватное их потребностям количество приносимого с кровью кислорода. При уменьшении его напряжения вместо кости образуется хрящ [54]. Следует отметить особую роль деструктивной фазы регенерации в репаративном процессе, в частности, в остеогенезе. Именно под влиянием резорбции концов отломков кости удаляется ингибитор остеоиндукции и выделяются морфогены – факторы, вызывающие превращение мезенхимальных клеток в остеогенные [44]. Повреждение тканей является пусковым моментом в реакции, приводящей к возникновению компенсаторной гипертрофии тканей [66].

Васкуляризация образующейся костной мозоли осуществляется за счет прорастания сосудов из окружающих тканей на 3–4 день после травмы, а при нарушении этого процесса наступает не сращение кости [74]. Компрессия на стыке отломков может препятствовать васкуляризации костной мозоли.

Сама по себе интенсивность кровотока, по-видимому, не может решить исход сращения. Не сращение кости становится возможным как при ишемии, возникающей вследствие повреждения артериального русла [24], когда температура кожи снижена более, чем

на 2 град., низкий осциллографический индекс [37], так и в условиях гиперемии, когда температура увеличена до +3 град. [61]. Избыточный кровоток в области перелома, по мнению R. Judet et al. [60], препятствует отложению солей и формированию костной мозоли. Не сращение – это, в первую очередь, следствие нестабильной фиксации отломков, которая может сопровождаться гиперемией [55]. В настоящее время известно, что гиперемия с гипертермией тканей обычно свидетельствуют об ускорении шунтового кровотока.

Исследование различных звеньев регионарного кровотока может проводиться различными методами, имеющимися в распоряжении авторов. При этом получают относительные, неоднозначные результаты. Одни авторы указывали при лечении переломов на снижение, другие на ускорение кровотока конечности [43]. Достоинно восхищения положение Г.А. Илизарова, указывавшего на важность создания условий для адекватности кровотока запросам тканей. По данным В.И. Козлова и соавт. [27], у детей в 11-12 лет завершается формирование дефинитивной конструкции путей микроциркуляции в тканях и становления реакции микрососудов. Последующее преобразование системы микроциркуляции сопряжено со специфической перестройкой микрососудов под влиянием внешне-средовых воздействий. У детей раннего возраста в период ускорения естественного роста интенсивность кровотока увеличена [13,15]. В 6–7 лет наблюдается высокая интенсивность капиллярного кровотока. В период перехода от детства к юности происходит значительное усиление гетерогенности структуры микроциркуляторного русла [14].

Исследование показывают, что у девочек интенсивный прирост скорости кровотока происходит в 9, 12 и 16 лет. У мальчиков этот показатель увеличивается в 12 и 16 лет [11,38, 41]. Изучение состояния периферического кровотока в мышцах голени и предплечья у мальчиков 7–17 лет показало его закономерное возрастное уменьшение. Так, в 7 лет интенсивность кровотока в голени достигает $8,9 \pm 1,4$ мл/100 г*мин, а в 17 лет – только $3,2 \pm 0,5$ мл/100 г*мин [27]. В регуляции периферического кровообращения у детей младшего и среднего школьного возраста ведущая роль принадлежит, по-видимому, гуморальным факторам. В результате роста и развития детей наблюдается снижение интенсивности регионарного кровообращения, уменьшение констрикторных влияний на терминальные сосуды [38].

При переломах костей конечностей часто наблюдаются нарушения периферического кровообращения, как с признаками ишемии ткани, так и без них. Расстройства кровообращения в конечности отрицательно влияют на консолидацию костных отломков и могут быть причиной тромбозомболических осложнений и стойких нарушений трофики конечности [8,9].

Переломы длинных трубчатых костей нижних конечностей нередко сопровождаются отеками дистальных отделов конечностей, причиной которых является изменение фильтрационных и реабсорбционных отношений в тканях, повышением капиллярного давления вследствие венозного застоя и в 7,4% случаев сопровождаются тромбозом вен нижних конечностей у больных, оперированных по поводу переломов. Частота тромбоза вен нижних конечностей составляет 33%. Установлено преимущественно одностороннее поражение бедренно-подколенного сегмента и окклюзирующий характер тромбоза [22,29]. Сосудистые расстройства зависят не только от тяжести травмы, но от возрастных изменений в сосудах. У лиц пожилого возраста нарушения регионарного кровообращения при переломах бедренной кости выражены в большей степени, чем у молодых [13].

У лиц пожилого и старческого возраста процесс костеобразования протекает менее интенсивно по сравнению с лицами среднего возраста. Ослабленное течение репаративного костеобразования происходит, по-видимому, в результате меньшей интенсивности кровоснабжения тканей в поврежденном сегменте и меньшей концентрации остеотропных гормонов: кальцитонина и соматотропина, стимулирующих активность клеток костного мозга и способствующих увеличению массы кости [39].

Степень нарушения кровообращения зависит от тяжести травмы и проявляется различными сосудистыми нарушениями не только на поврежденной, но и на интактной конечности. Изменения возникают в функциях артериальной и венозной, а также и лимфатической систем [33,34]. При нарушенной функции одной из этих систем другие перестраиваются таким образом, чтобы компенсировать утраченное равновесие в кровоснабжении [1,2,3,6,7]. Расстройства кровообращения в поврежденной конечности замедляют консолидацию зоны повреждения кости, удлиняют сроки нетрудоспособности больных, являются причиной осложнений исходов лечения [6,8]. Переломы костей конечности, как правило, сопровождаются нарушениями периферического кровообращения, которые могут быть причиной плохих исходов лечения, а также таких осложнений как тромбозы, эмболии и стойкие расстройства трофики тканей. Микроциркуляция конечностей в значительной степени определяет поддержание жизнеспособности поврежденных тканевых структур, течение воспалительных и репаративных процессов при лечении больных с применением методик чрескостного компрессионно-дистракционного остеосинтеза [21]. Исследование регионарного кровообращения при лечении больных с заболеваниями и травмами конечностей может помочь в определении сроков снятия металлических конструкций, в оценке полноты репаративных процессов, в предупреждении грозных осложнений. Адекватный уровень регионарного кровотока – одно из условий формирования полноценного костного регенерата и перестройки костной мозоли. Обнаружены статистически значимые отличия, а именно у больных со спицестержневой фиксацией степень выраженности сосудистого спазма была больше по сравнению с остеосинтезом спицевым аппаратом. По данным О.В. Бейдика и соавт. [12], на 5–7 сутки с момента снятия аппарата отмечено увеличение интенсивности кровотока, связанное с реализацией феномена «реактивной гиперемии» и большим значением снижения порога чувствительности осторецепторов в регуляции регионарного кровообращения.

Одним из грозных осложнений у детей является посттравматическое нарушение кровообращения в конечности. При этом возникают различные по глубине изменения во всех тканях, что вызывает развитие стойких ишемических контрактур с нарушением функций конечности, а в тяжелых случаях – и гангрены [16]. Система кровообращения, активно участвующая в создании необходимых условий для остеогенеза, является чутким индикатором функционального состояния тканей [20,46–49,53]. Показателем успешной консолидации костных отломков в процессе лечения больных может явиться нормализация объёмной скорости кровотока [52]. Стабильная фиксация, ранняя лечебная физкультура создают условия для восстановления кровообращения и лимфообращения, что способствует быстрому уменьшению посттравматического отека конечности и сращению костных отломков. Описаны факторы, влияющие на кровоснабжение работающих в различных режимах скелетных мышц: объем работающей мышцы, соотношение длительности периодов их сокращения и расслабления и степень расширения внутримышечных сосудов [26,42].

Литература

1. Андрейчин, В.А. Местный отек тканей у больных с закрытыми переломами голени /В.А. Андрейчин. // Актуальные вопросы биологии опорно-двигательного аппарата: матер. VIII школы стран СНГ. – Киев, 1996. – С. 5.
2. Анохин, П.К. Узловые вопросы теории функциональных систем /П.К. Анохин. – М.: Наука, 1980. – 197 с.
3. Аринчин, Н.И. Микронасосная деятельность мышц при их растяжении /Н.И. Аринчин, Г.Ф. Борисевич. – Минск, 1986. – 111с.

4. Атаев, З.М. Изометрические напряжения в системе функционального лечения переломов трубчатых костей: автореферат дис. ... д-ра мед. наук /З.М. Атаев. – Ереван, 1970. – 22 с.
5. Атаев, З.М. Изометрическая гимнастика при лечении переломов трубчатых костей /З.М. Атаев. – М.: Медицина, 1973. – 160 с.
6. Бабоша, В.А. Повреждение магистральных сосудов при переломах и вывихах костей конечностей /В.А. Бабоша, Н.С. Костин. – Киев: Здоровье, 1989. – 156 с.
7. Баднин И.А. Хроническая микротравма мышц, сухожилий и костной ткани у спортсменов и артистов балета: автореферат дис. ... д-ра мед. наук /И.А. Баднин. – М., 1984. – 33 с.
8. Байдалина, Н.Ю. Динамика минеральных нарушений и кровообращения при регенерации различных переломов длинных трубчатых костей /Н.Ю. Байдалина, Н.И. Кузнецов. //Закономерности морфогенеза опорных структур позвоночника и конечностей на разных этапах онтогенеза: межвузов. темат. сб. – Ярославль, 1982. – С. 138-139.
9. Балакина, В.С. Результаты лечения диафизарных переломов костей голени /В.С. Балакина, Н.И. Медведева. //Вестник хирургии им. Грекова, 1960. – № 8. – С. 101-108.
10. Баскевич, М.Я. Вопросы регенерации, остеорепарации и лечения переломов (теоретические аспекты фрактурологии) /М.Я. Баскевич. – Тюмень, Изд-во Вектор-Бук, 1999. – 176 с.
11. Безруких, М.М. Возрастная физиология. (Физиология развития ребенка.): Учебное пособие для студентов высших педагогических учебных заведений / М.М. Безруких, В.Д. Сонькин, Д.А. Фарбер. – М., 2000. – 416с.
12. Бейдик, О.В. Влияние способа внешней фиксации на динамику регионарного кровообращения /О.В. Бейдик, С.И. Киреев. // Гений ортопедии, 1999. – № 3. – С. 38-40.
13. Беленький, В.С. Что такое ходьба? // Вестник травматологии и ортопедии им. Н. Н. Приорова /В.С. Беленький, Г.В. Куропаткин. – 1994. – № 4. – С. 57-61.
14. Берг, М.Д. Развитие в онтогенезе человека механизмов адаптации микроциркуляции к динамическим локальным нагрузкам /М.Д. Берг. //Физиология человека, 1998. – Т. 24, № 3. – С. 109-112.
15. Бернштейн, Н.А. Исследование по биомеханике локомоций /Н.А. Бернштейн. – М.-Л., 1935. – 244 с.
16. Боляев, Ю.В. Детский травматизм и инвалидизация детей /Ю.В. Боляев. //Дальневосточный мед. журнал, 2003. – № 1. – С. 47-48.
17. Бруско, А.Т. Изменение структурной организации длинных трубчатых костей под влиянием функциональной нагрузки /А.Т. Бруско. // Ортопед. травматол., 1994. – № 2. – С. 16-21.
18. Горбачева, Л.Ю. Влияние функциональной нагрузки на репаративную регенерацию при закрытых переломах костей голени. /Л.Ю. Горбачева, В.А. Щуров, С.И. Швед. //Новые технологии в медицине: тез. науч.-практ. конф. в 2-х ч. - Курган, 2000. - Ч. 1. - С. 58.
19. Дмитриев, М.Л. Роль мышечной ткани при костеобразовательном процессе (экспер.-клин. исследование): автореферат дис...докт. биол. наук /М.Л. Дмитриев. – Одесса, 1951. – 27 с.
20. Долганов, Д.В. Роль тканевой гидратации в вегетативном обеспечении конечности при чрескостном остеосинтезе: автореферат дис. ... канд. биол. наук. - Челябинск, 1997. – 23 с.
21. Жаденов, И.И. Диагностика нарушений периферического кровообращения в остром периоде диафизарных переломов костей голени и бедра /И.И. Жаденов, Е.Н. Солун, Ш.И. Исаев. – Изменения периферического кровообращения у больных с переломами в процессе реабилитации. - Иваново, 1979. - С. 9-11.

22. Знаменский, Г.Б. Клинико-экспериментальные параллели в комплексной оценке эффективности остеосинтеза по Илизарову при закрытых внутрисуставных переломах дистального конца растущего плеча: дис...докт. мед наук /Г.Б. Знаменский. - Курган, 1991. - 354 с.

23. Зубарев, А.Р. Ультразвуковая диагностика тромбозов вен нижних конечностей у травматологических больных /А.Р. Зубарев, И.А. Асеева, А.Р. Статкевич. // Ультразвуковая и функциональная диагностика, 2001. - № 2. - С. 77-82.

24. Илизаров, Г.А. Чрескостный компрессионный остеосинтез аппаратом автора: дис...канд (докт.) мед наук / Г.А. Илизаров. - Курган, 1968.

25. Илизаров, Г.А. Чрескостный остеосинтез множественных повреждений нижних конечностей: метод. рекомендации / Курганский НИИЭКОТ; Сост.: Г.А. Илизаров, С.И. Швед, Г.Е. Карагодин, В.М. Шигарев. - Курган, 1984. - 22 с.

26. Кадырова, Д.К. Компрессионно-дистракционно-деротационный аппарат для лечения диафизарных переломов костей голени у детей /Д.К. Кадырова, Р.Р. Ходжаев. // Генеральная ортопедия, 2001. - № 2. - С. 108-109.

27. Козлов, В.И. Периферический кровоток у школьников 7-17 лет /В.И. Козлов, И.О. Тупицин, Н.М. Рулева. // Физиология человека, 1981. - № 1. - С. 20-27.

28. Колпаков, В.В. Оценка и сравнительный анализ привычной двигательной активности в различных возрастных группах /В.В. Колпаков, И.Ю. Томус, Е.А. Бабакин Е.А.. //Материалы межрег. науч. конф. Сибири и Дальнего Востока, посв. 150-летию со дня рождения акад. И.П. Павлова. - Томск, 1999. - С. 54-55.

29. Корнилов, Н. В. Травматологическая и ортопедическая помощь в поликлинике: Руководство для врачей /Н.В. Корнилов, Э.Г. Грязнухин. - СПб., 1994. - 320 с.

30. Кудрин Б.И. Влияние характера перелома бедренной кости на восстановление опорной и опорно-динамической функции поврежденной конечности в условиях фиксации отломков аппаратом Илизарова /Б.И. Кудрин, В.Д. Голиков. //Ортопед. травматол., 1980. - № 9. - С. 20-22.

31. Лапшин, В.П. Лечебная гимнастика в восстановительном лечении больных с диафизарными переломами костей голени /В.П. Лапшин В.П. // Вопросы курортологии, физиотерапии и лечебной физической культуры, 1999. - № 6. - С. 30-32.

32. Могендович, М.Р. Физиологические основы лечебной физической культуры / М.Р. Могендович, И.Б. Темкин. - Ижевск: Изд-во «Удмуртия», 1975. - 200 с.

33. Прокопьев, Н.Я. Клинико-морфологические изменения лимфатической системы при переломах костей голени в условиях остеосинтеза аппаратом Илизарова /Н.Я. Прокопьев. //Закономерности морфогенеза и регенерации в норме, патологии и индивидуальном развитии: Сборник научных трудов. - Свердловск, 1978. - С. 19-20.

34. Прокопьев, Н.Я. Лимфатическая система тазовой конечности при переломах костей голени в условиях открытого интрамедуллярного и компрессионно-дистракционного остеосинтеза /Н.Я. Прокопьев. //Теоретические и практические аспекты чрескостного компрессионного и дистракционного остеосинтеза: тезисы докладов Всесоюзной научно-практической конференции - (Курган, 22-23 июня 1976). - Курган, 1976. - С. 85-86.

35. Пустовойт, М.И. Влияние ранних управляемых динамических нагрузок на структуру и свойства дистракционного регенерата / М.И. Пустовойт, В.И. Стецула. // X съезд травматол.-ортопед. Украины: тезисы докл. - Одесса, 1987. - Ч. 2. - С. 67.

36. Регирер, С.А. Некоторые приложения биомеханики в онкологии /С.А. Регирер, Е.С. Лосев, Т.В. Чагова. //Медицинская биомеханика, 1986. - Т. 4. - С. 325-330.

37. Рунге, И.Р. Нарушение местного кровообращения и основного обмена при замедленной консолидации перелома большеберцовой кости /И.Р. Рунге. // Профилактика, патогенез и лечение травм и ортопед. заболеваний. - Рига, 1975. - С. 171-174.

38. Сабирьянов, А.Р. Особенности возрастной динамики вариабельности показателей центрального и периферического кровообращения у детей периода отрочества /А.Р. Са-

бирьянов. // Вестник ЮУрГУ: Образование, здравоохранение, физкультура и спорт, 2004. - № 6 (6). - С. 265-270.

39. Свешников, А.А. Изучение костеобразования и кровообращения радионуклидными методами при лечении переломов костей голени / А.А. Свешников, С.И. Швед, Н.В. Офицеров, С.В. Ральникова. //Ортопедия травматология и протезирование, 1988. - № 9. - С. 23-26.

40. Стецула, В.И. О регенерации костей в условиях полной и неполной иммобилизации / В.И. Стецула, Г.А. Илизаров, В.П. Ржавина. //Вестник хирургии им. Грекова, 1961. - № 4. - С. 6-15.

41. Тупицин, И.О. Возрастная динамика и адаптационные изменения сердечно-сосудистой системы школьников /И.О. Тупицин. - М.: Педагогика, 1985. - 88 с.

42. Тхоревский, В.И. Механизмы, обеспечивающие усиление кровоснабжения работающих скелетных мышц / В.И. Тхоревский, Е.В. Пичугина. //Физиология мышечной деятельности: тез. докл. междунар. конф. - М., 2000. - С. 152-153.

43. Фишкин, В.И. Регионарная гемодинамика при переломах костей / В.И. Фишкин, С.Е. Львов, В.Е. Удальцов. - М.: Медицина, 1981. - 184 с.

44. Фриденштейн, Ф.Я. Индукция костной ткани и остеогенные клетки-предшественники / Ф.Я. Фриденштейн, Н.С. Лалыкина. -М., 1973. - 221 с.

45. Швед, С.И. Способы управления осколками при лечении больных с закрытыми диафизарными оскольчатыми переломами длинных трубчатых костей /С.И. Швед, Ю.М. Сысенко. //Гений ортопедии, 1997. - № 1. - С 41-44.

46. Шевцов, В.И. Анализ причин различий результатов лечения больных разработчиками и потребителями методик /В.И. Шевцов, В.А. Щуров, А.В. Попков. //Клиника и эксперимент в травматологии и ортопедии: тезисы докл. науч.-практ. конф. - Казань, 1994. - С. 186-187.

47. Шевцов, В.И. Возрастные изменения минеральной плотности костей скелета /В.И. Шевцов, А.А. Свешников, Е.Н. Овчинников. //Гений ортопедии, 2004. - № 1. - С. 24-34.

48. Шевцов, В.И. Динамика кровообращения в мягких тканях голени при замещении костных дефектов в эксперименте /В.И. Шевцов. //Российский физиологический журнал, 2004. - № 9. - С. 1156-1160.

49. Шевцов, В.И. Краниокаудальный градиент регенераторных способностей органов и тканей /В.И. Шевцов, В.А. Щуров. //Гений ортопедии, 2007. - № 2. С. 5-8.

50. Щуров, В.А. Опорная и опорно-динамическая функция нижних конечностей у больных с переломами костей голени /В.А. Щуров, С.И. Швед, И.В. Щуров, Н.В. Сазонова. //Гений ортопедии, 2008. - № 2. - С. 9-12.

51. Щуров, В.А. Оценка возрастной динамики кровоснабжения голени при использовании различных методов исследования / В.А. Щуров, Н.В. Сазонова, И.В. Щуров. //Регионарное кровообращение и микроциркуляция, 2008. - № 3 (27). - С. 40-44.

52. Щуров, В.А. Оценка кровоснабжения костного регенерата методом высокочастотной ультразвуковой доплерографии /В.А. Щуров, С.О. Мурадисинов, И.В. Щуров, С.П. Бойчук. //Травматология и ортопедия России, 2008. - № 3. - С. 39-41.

53. Щуров, В.А. Оценка периферической гемодинамики с помощью метода окклюзионной плетизмографии: Метод, рекомендации // МЗ РСФСР /В.А. Щуров, Т.И. Долганова. - Курган, 1990. - 26 с.

54. Basset, C.A.Z. Current concepths of bons formatuions / C.A.Z. Basset. //J. Bone Jt. Surg., 1962. Vol. 44-A. N 6. P. 1217-1244.

55. Burcle de la Camp. The pressure osteosynthese and its relations to callus formation / Burcle de la Camp. //Die Medizinische Zeitschrift, 1959. Bd 37. N 9. S. 1671-1674.

56. Endrich, B. Besonderhaiten der Microzirkulation in bosartigen Tumoren / B. Endrich, T. Oda, M. Intaglietta, K. Messmer. //Mikrozirkulat. Forsch. Klin., 1983. Bd. 2. S. 52-68.

57. Heinonen, M. Post-operative degree of mobilization at two weeks predicts one-year mortality after hip fracture / M. Heinonen, P. Karppi, T. Huusko. // *Aging Clin Exp Res.* 2004. Dec. 16 (6). 476-480.
58. Holden, G.E.A. Blood flow in the muscles alongside tibial shaft fractures / G.E.A. Holden. // *Brit. J. Exp. Path.*, 1974. Vol. 55. N 5. P. 466-470.
59. Horta, B.L. Early and late growth and blood pressure in adolescence / B.L. Horta, F.C. Barros, C.G. Victora, T.J. Cole. // *J. Epidemiol. and community Health*, 2003. 57. № 3. C. 226-230.
60. Judet, R. Etude Thermometrique des foyers de fractures et de pseudarthroses / R. Judet, J. Judet, G. Lord. // *La Presse Medical.*, 1960. N 2. P. 31-32.
61. Judet, R.J. Compression jsseuse dans la treatment des pseudartroses et des fracture fraiches / R.J. Judet, J. Judet. // *Rev. Chir. Orthop.*, 1956. Vol. 42. N 6. P. 911.
62. Kahn, H.S. Interpretation of childrens blood pressure using physiologic Height correction / H.S. Kahn, R.P. Bain, B.P. Smith. // *J. of chronic Diseases*, 1986. V. 39. N7. P. 521-533.
63. Kelly, P.J. Venous pressure and Bone formation / P.J. Kelly, J.T. Bronk. // *Microvascular Recherche*, 1990. 39. N 3. P. 364-375.
64. Kochenberg L. Vascularisation in the healing of fractures / L. Kochenberg. // Ch. C. Thomas – Publisher. Springfield, 1963. 123 p.
65. Krompfecher, S. Biophysikalische analyses der wirkung mechanischer faktoren in der chondrogenes / S. Krompfecher, L. Toth. // *Anat.Anz.*, 1965. Vol. 116. S. 511-519.
66. Mattson, P. Regeneration / P. Mattson. // The Bobbs-Merill Company Inc. Induapolis, 1976. 176 p.
67. Mc Cullough, C.J. The Prognosis in Congenital Lower Limb Hypertrophy / C.J. Mc Cullough, J. Kenwright. // *Acta orthop. scand.*, 1979. 50. N 3. P. 307-313.
68. Mobility in older patients with hip fractures: examining refracture status, complications, and outcomes at discharge from the acute-care hospital. / A.H. Myers, M.H Palmer, B.T. Engel et al. // *J Orthop Trauma.* 1996. 10 (2). 99-107.
69. Pauwels, F. Funktionelle anpassung des knochens durch langenwachstum / F. Pauwels. // *Verh. Dtsch. Orthop. Ges.* 45. Kongr. 1958. P.1-43.
70. Pilnacek, J. Poznamky k osteosynteze zevni fixaci u deti / J. Pilnacek. // *Acta Chir. Ortop. Traum. Cech.* 1983. R. 50, C. 6. S. 548-555.
71. Salter, R.B. The biological effect of continuous passive motion on the healing of full-thickness defects in articular cartilage. An experimental investigation in the rabbit / R.B. Salter, D.F. Simmonds, B.W. Malcolm. // *J. Bone Joint. Surg. Am.* 1980. Dec. 62 (8). 1232-1251.
72. Terjesen, T. Function promotes Fracture Healing / T. Terjesen, S. Svenningsen. // *Acta Orthop. Scand.*, 1986. V. 57. N 6. P. 523-525.
73. Trueta, J. The role of vessels in osteogenesis / J. Trueta. // *J. Bone Jt. Surg.*, 1963. Vol. 45-B. P. 402.
74. Wray, J.B. Vascular regeneration in the healing fracture / J.B. Wray. // *Angiology*, 1963. Vol. 14. N. 3. P. 134-138.
75. Wu, C.C. A small effect of weight bearing in promoting fracture healing / C.C. Wu, C.H. Shih. // *Arch Orthop Trauma Surg.* 1992. 112 (1). 28-32.
76. Zucman, J. Le laboration du cal dans les fractures diaphysaires. // *Rev. Chir. Orthop.*, 1966. Vol. 52. N 2. P. 109-120.