

КРАНИОКАУДАЛЬНЫЙ ГРАДИЕНТ РЕГЕНЕРАТОРНЫХ СПОСОБНОСТЕЙ ОРГАНОВ И ТКАНЕЙ

В.И. Шевцов, В.А. Щуров

ГУ РНЦ «ВТО» им. акад. Г.А. Илизарова, г. Курган

В условиях функционально оптимального оперативного удлинения костей выявлено существование краниокаудального градиента регенераторных способностей тканей.

Правило краниокаудального градиента роста и дифференциации, сформулированное впервые К. Чайлдом в 1914 году, в настоящее время рассматривается морфологами, эмбриологами и антропологами как одна из основных закономерностей ортогенетического развития. Это правило, которому подчиняются все млекопитающие, выражается в том, что волна роста идет от головного конца зародыша к его хвостовому концу. Быстрый рост головного конца зародыша особенно ярко проявляется на ранних ступенях развития [2]. У новорожденных мышечные волокна голени и стопы тоньше и менее дифференцированы, чем плеча и предплечья.

Данные физиологов также свидетельствуют о том, что становление двигательной активности зародыша осуществляется по правилу градиента [3]. В постнатальном онтогенезе развитие систем и органов отклоняется от этого правила.

Со времен Ч. Дарвина известны 3 основных правила регенерации, действие которых ограничено определенными рамками, вследствие чего они так и не стали законом. Во-первых, при регенерации должна сохраняться специфичность тканей. Во-вторых, способность к регенерации понижается с возрастом. В-третьих, способность к регенерации снижается в ходе эволюции животных организмов. Последнее положение известно, как правило Вейсмана-Пшибрама.

Безусловно, использование современных методик исследования позволило морфологам достигнуть впечатляющих успехов в изучении этих закономерностей. Однако накопленный специалистами разных областей опыт анализа пластической активности регенерирующих тканей убеждает, что создание общей теории пластической активности организма – дело не только молекулярной биологии и генетики, но и всей биологической науки в целом [4].

Приступая к анализу собственных наблюдений, мы исходили из того положения, что скорость естественного роста и регенерации тесно взаимосвязаны. Если в процессе развития зародыша у него сначала усиленно развивается краниальный конец, то после рождения быстрее растут дистальные отделы тела. Вот почему после рождения высота головы увеличивается только в 2 раза, длина корпуса – в 3 раза, рук – в 4 раза, а ног – в 5 раз.

Материал и методы исследования

Под наблюдением находились 54 больных из отделения вертебологии (зав. – проф. А.Т. Худяев), 164 больных с закрытыми переломами костей голени и бедра из отделения травматологии (зав. – д.м.н. Ю.М. Сысенко), 193 больных с отставанием в росте бедра и голени и 144 больных с ахондроплазией (зав. – проф. А.В. Попков), а также 33 больных из отделения кисти и стопы (зав. – д.м.н. Г.Р. Исмаилов).

Результаты

Методика замещения дефектов костей свода черепа была разработана д.м.н. А.Н. Дьячковым в эксперименте и успешно применяется в клинике для стимуляции мозгового кровотока у больных с последствиями инсульта. До недавнего времени считалось, что у человека во взрослом состоянии кости свода черепа не регенерируют [1]. Однако в Центре удается замещать дефекты составляющие более 10 % площади костей свода черепа.

У человека, по-видимому, есть необходимость в удлинении корпуса тела при лечении тяжелой кифотической деформации грудного отдела позвоночника. Удлинение тела позвонка в два раза выполнено в экспериментальных условиях (д.м.н. К.П. Кирсанов). Длина поясничного отдела позвоночника увеличивается при этом на 20 % без нарушения функции спинного мозга.

Наиболее подробно сравнивалось восстановление функции мышц при лечении заболеваний и травм бедра и голени. Удлинение этих сегментов конечностей производится, в частности, при увеличении роста у больных с ахондроплазией. При этом бедренная кость удлиняется обычно в пределах 40 %, кости голени – 60 %. Возможно удлинение сегментов конечностей у детей и на величины сопоставимые с их исходной длиной. Однако в этих условиях трудно рассчитывать на полное восстановление функции соответствующих суставов и мышц. Чтобы понять причины различной тактики ортопедов при лечении бедра и голени, необходимо рассмотреть некоторые особенности реакции этих сегментов в различных ситуациях, связанных с лечением больных.

1. Подтверждено, что дефинитивные размеры сегментов конечностей пропорциональны их длине у детей 5–6 лет. Чем короче исходная длина голени, тем медленнее она растет. Исследование

этой зависимости у больных с ахондроплазией и у больных с рудиментами конечностей позволили найти критическую исходную длину голени, при которой ее рост полностью прекращается. Эта длина составляет 12 см. Рост бедренной кости менее чувствителен к нарушению её исходных размеров. Критическая исходная длина бедра для остановки темпов роста оказалась в 2 раза меньше.

Зависимость скорости роста бедра от его длины в 5 лет у здоровых детей и больных с ахондроплазией описывается одним общим уравнением линейной регрессии:

$$V_f = -0,48 + 0,08 * L; r = 0,917, p \leq 0,001. \quad (1)$$

Зависимость скорости роста голени от её длины в 5 лет у здоровых детей, больных с ахондроплазией и рудиментами нижней конечности описывается уравнением с относительно большим угловым коэффициентом:

$$V_g = -0,51 + 0,13 * L; r = 0,989, p \leq 0,001. \quad (2)$$

2. Проведен анализ возрастной динамики сроков фиксации бедра и голени у больных с закрытыми переломами костей конечностей. При прочих равных условиях методики лечения длительность фиксации при повреждениях бедра больше, чем голени на 10–20 % (рис. 1).

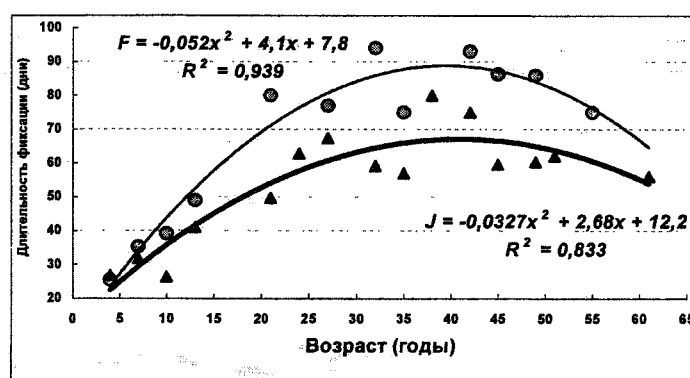


Рис. 1. Зависимость длительности фиксации переломов бедра и голени от возраста

3. Общая реакция организма при оперативном лечении больных с ложными суставами костей голени меньше, чем при лечении больных с ложными суставами бедра, что позволяет больных с патологией дистального сегмента конечности без ущерба для функциональной реабилитации переводить на амбулаторный режим лечения.

4. Сравнить длительность фиксации после билокального удлинения бедра и голени можно лишь при равных величинах удлинения каждого из сегментов. Так при удлинении бедра и голени на 5 см длительность фиксации голени была относительно меньше на 8,5 % (соответственно 11,9 и 10,9 дней на см).

5. После удлинения отстающей в росте голени на каждые 10 % исходной длины амплитуда движе-

ний в голеностопном суставе теряется в среднем на 15 %. С увеличением длины отстающего в росте бедра на такие же величины при одинаковой технологии лечения ограничение амплитуды движений в коленном суставе составляет 22 %. Уровень восстановления амплитуды движений в суставах зависит также от их исходной подвижности и снижается с увеличением возраста пациентов (рис. 2).

В ближайший год после удлинения отстающих в росте бедра и голени у детей и подростков момент силы мышц бедра отставал от исходных значений в среднем на 21 %, а голени – на 14 %. В отдаленные 2–4 года после лечения восстановление силы мышц голени шло быстрее, ее показатель оказался выше исходных значений (см. табл. 1).

Таблица 1

Момент силы мышц пораженной конечности (М ± m)

Этап лечения	n	Сила мышц голени		Сила мышц бедра	
		ТСС	ПСС	СГ	РГ
До лечения	26	15,00 ± 2,70	35,00 ± 5,50	42,40 ± 6,20	47,80 ± 7,50
Первый год после удлинения	14	13,00 ± 1,50	33,00 ± 5,40	34,90 ± 3,90	36,50 ± 5,60
Отдаленные сроки после лечения	29	20,00 ± 3,10	50,00 ± 9,00	40,80 ± 4,00	46,60 ± 5,20

ТСС – тыльные сгибатели стопы; ПСС – подошвенные сгибатели стопы;

СГ – сгибатели голени; РГ – разгибатели голени.

6. При необходимости оперативного удлинения бедра и голени у взрослых больных

с ахондроплазией для увеличения роста тела по частоте вмешательств, и по достигаемым

Интегративная физиология, восстановительная и адаптивная физическая культура

абсолютным размерам предпочтение отдается голени, максимальный прирост размеров

которой при сохранении функции мышц больше на 20 %.

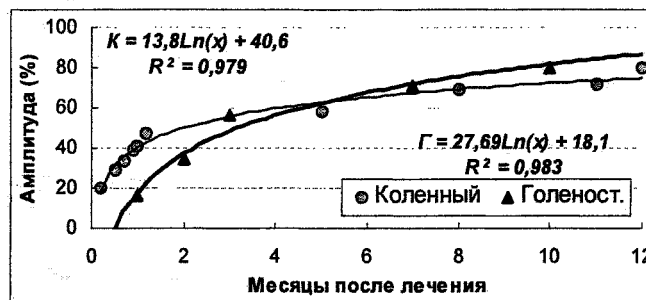


Рис. 2. Динамика восстановления амплитуды движений в коленном и голеностопном суставах после удлинения соответственно бедра и голени

7. По-видимому, решающим аргументом для ортопеда в выборе сегмента для удлинения конечности является то, что после удлинения бедра снижение силы мышц на 40 % приводит к нарушению локомоторной функции, а при таком же снижении силы мышц голени эта функция не нарушается.

За последние десятилетия достигнуты существенные успехи в лечении больных с орто-

педической патологией стопы. В частности, при оперативном воссоздании недостающих отделов стопы возможно удлинение переднего и заднего отделов более, чем на 100 % (рис. 3). При этом восстанавливается функциональная нагрузка на передний отдел стопы. Полное воссоздание длины стопы за счет удлинения ее переднего отдела лишенных пальцев биомеханически не оправдано.

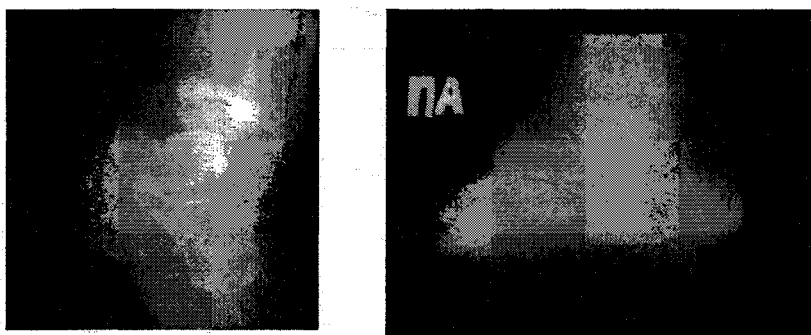


Рис. 3. Рентгенограммы стопы больной Б-ой до и после удлинения ее переднего и заднего отделов

Еще более впечатляющие результаты получены при удлинении фаланг пальцев. Дистальные фаланги отстающих в росте пальцев оказалось возможным удлинить в 3 раза.

Обсуждение результатов

Существование кранио-каудального градиента регенераторных способностей тканей в постнатальном онтогенезе можно было предположить давно. Однако практически он не обнаруживается в условиях незначительных повреждений, например, кожных покровов различных частей тела. При более тяжелых заболеваниях и травмах, связанных с опасностью для жизни, выявляются признаки обратного градиента, связанного с тенденцией к централизации минутного объема кровотока. Например, при оперативном лечении больных с облитерирующим атеросклерозом периферических артерий, при лечении больных со множественными

травмами и при удлинении одновременно бедра и голени выявляется синдром «обкрадывания» периферического сосудистого русла. В тоже время у больных с врожденными аномалиями сосудистого русла конечностей (например, при синдромах Клиппеля-Треноне и Пакса-Вебера) развивается гигантизм преимущественно дистальных отделов конечностей.

Методика дистракционного остеосинтеза позволяет производить удлинение различных сегментов конечностей на величины, превосходящие их исходные размеры. Однако получить при этом восстановление функции мышц обычно не удастся. Поэтому особенностью представленного для анализа материала является то, что он базируется на результатах не просто максимального, а функционально обоснованного максимального удлинения органов и тканей. И в этих условиях оказывается, что по мере удаления от головного конца тела

масштабы допустимого ортопедического вмешательства возрастают. Более того, выявляется возможность более раннего вмешательства на частях тела, расположенных каудально. По-видимому, в кранио-каудальном направлении уменьшается жесткость ограничивающих рамок регуляторных механизмов программы роста. Такой вывод вполне согласуется с данными антропометрических наблюдений, показывающих, что при улучшении условий жизни населения процессы акселерации

приводят к ускорению в первую очередь роста конечностей, особенно голени и стопы.

Ухудшение качества питания у беременных женщин, занятых на производстве, в большей мере отражается на росте головной части тела плода. Этот феномен был известен в первобытном обществе, когда применялась система ограничений беременных женщин в питании, чтобы предотвратить достижение головкой плода больших размеров [6].

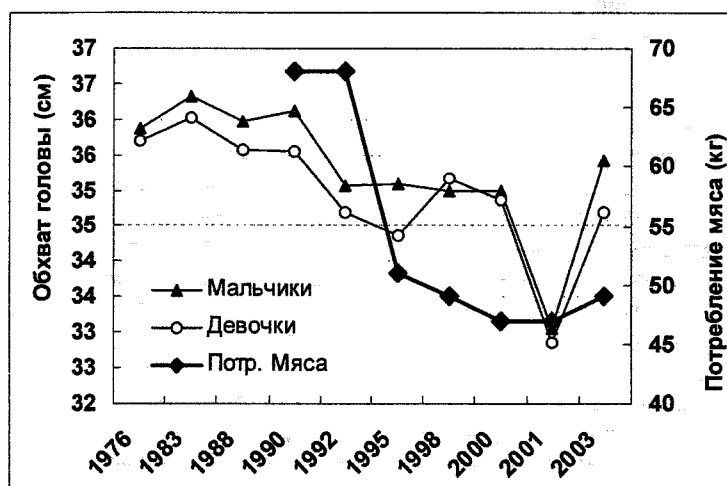


Рис. 4. Влияние годового потребления мяса населением на динамику относительных размеров головы новорожденных города Кургана

Нами обнаружено при анализе зависимости размеров головы новорожденных города Кургана от качества питания населения за последние 29 лет, что снижение потребления количества мясных продуктов населением на одну треть может привести к снижению обхвата головы новорожденных, отнесенного к длине тела, от уровня нормы равного 0,68–0,71, до 0,63 (рис. 4). Нормализация показателя происходит в условиях повышения потребления продуктов животноводства беременными при выделении им государственных субсидий и при отказе в этот период от производственной деятельности. К школьному возрасту относительный размер головы детей снижается до 0,43, у взрослых — до 0,33.

Таким образом, в условиях функционально оптимального оперативного удлинения костей выявлено существование кранио-каудального градиента регенераторных способностей тканей. Это понятие относится скорее не к отдельным тканям, а к способности органов восстанавливать свои функциональные свойства. В том же краниокаудальном направлении снижается функциональная значимость частей тела для сохранения его жизнеобеспечения и повышается устойчивость тканей к недостатку кислорода.

Поэтому в практической травматологии и ортопедии, при оценке реакции различных сегментов конечности на повреждение и оперативное вмешательство, следует учитывать как местную реакцию, так и реакцию центральных регуляторных

механизмов. И чем более тяжелая ситуация, тем в меньшей степени можно надеяться на лучшие регенераторные способности дистально расположенных частей тела. Именно это обстоятельство в значительной степени скрывают большие регенераторные способности тканей дистальных отделов конечностей.

Литература

1. Полежаев Л.В. Утрата и восстановление регенераторных возможностей органов и тканей у животных. — М., 1968.
2. Светлов П.Г. Физиология (механика) развития. — Л., 1978. — 261 с.
3. Семенова Л.К. Краниокаудальный градиент в развитии опорно-двигательного аппарата человека // Известия академии педагогических наук, М., 1967. — Вып. 142. — С. 3–13.
4. Студийский А.Н. Учение о регенерации на подъяме. // Регуляторные механизмы регенерации. — М., 1973. — С. 3–15.
5. Татаев Г.С., Попков А.В., Щуров В.А. Восстановление подвижности в суставах после одномоментного удлинения бедра и голени по Илизарову // Лечение повреждений и заболеваний опорно-двигательного аппарата методом Илизарова. — Казань, 1991. — С. 41–45.
6. Jelfffe D.B. Culture, social change and infant feeding. Current trends in tropical regions // Amer. J. Clin. Nutr. — 1962. — V. 1. — P. 19–45.