



УДК 611.718.4-07

Какова же величина торсии бедренной кости и какое значение она имеет в клинике?

Х.З. ГАФАРОВ

Казанская государственная медицинская академия
Республиканская клиническая больница МЗ РТ, г. Казань

Гафаров Хайдар Зайнуллович

главный научный сотрудник Травмцентра
420064, г. Казань, ул. Оренбургский Тракт, д. 1386
тел. (843) 263-65-62, e-mail: gafarovildar@rambler.ru

Статья содержит информацию о биомеханике развития параметров костей таза и бедренных костей у детей и взрослых, что особенно необходимо для врачей-ортопедов и травматологов, занимающихся лечением повреждений и заболеваний проксимального отдела бедренной кости. Представлена система рентгенологического и клинического обследования угловых величин (антеторсии, ретроторсии и шеечно-диафизарного угла), необходимых при планировании оперативных вмешательств по коррекции деформаций у детей, остеосинтезу при переломах шейки бедренной кости и эндопротезированию тазобедренного сустава, исходя из индивидуальных форм кости каждого пациента.

Ключевые слова: биомеханика, торсия, остеосинтез, эндопротез.

Size of torsional transformation of a femur and its significance in treatment

Kh.Z. GAFAROV

Kazan State Medical Academy
Republican Clinical Hospital of the Ministry of Health of the Republic of Tatarstan, Kazan

This article provides information on the biomechanics of development parameters of pelvic bones and femoral bones of children and adults which is especially important for or-thopedists and traumatologists who treat injuries and diseases of proximal section of femoral bone. The article presents a system of X-ray and clinical examination of angular values (antetorsion, retrotorsion and neck-shaft angle) necessary for planning surgery to correct de-formities in children, osteosynthesis of subcapital fractures and hip replacement, based on in-dividual forms of each patient's bone.

Key words: biomechanics, torsion, osteosynthesis, endoprosthesis.

Выявить причину скручивания бедренной кости у человека в эмбриональном периоде развития впервые пытался Friedlander (1901) (приводится по Л.Е. Коваль [1]). Он обнаружил, что у эмбриона бедренная кость имеет отрицательную торсию (-10°), а сами бедра отведены на 45° и согнуты почти под прямым углом. При дальнейшем развитии торсии поперечная ось мыщелков бедренной кости в связи с преобладанием силы внутренних ротаторов совершает винтообразное вращение снаружи внутрь так, что в определенный момент развития (эмбр. 36 мм) принимает положение, параллельное оси шейки.

Торсионное развитие бедренной кости изучал также Le Damany. [2], используя обширный материал, включающий человеческие эмбрионы, плоды, бедренные кости новорожденных детей и взрослых. Он пришел к выводу, что до 4 мес. эмбрионального развития торсия бедренной кости равна 0° с незначительными колебаниями в сторону как антеторсии, так и ретроторсии. Затем наступает быстрое увеличение торсии, достигающее к концу беременности $40-45^\circ$. Автор считает, что при эмбриональном развитии торсии бедренной кости обуславливаются давлением стенок матки на кости плода, которые при согнутом положении бе-



дра упираются нижними концами в верхнюю переднюю ось подвздошной кости. Он предполагает, что деторсия бедренной кости после рождения зависит в основном от вертикальной походки человека и усиливается при включении в работу разгибателей бедра. Последнее, вращая бедренную кость вокруг напряженной подвздошно-бедренной связки, упирают ее головку в переднюю стенку капсулы тазобедренного сустава и таким образом вращают ее кзади. В итоге торсия бедренной кости уменьшается за счет отгибания назад верхнего эпифизарного хряща.

На значение механических факторов в возникновении торсии бедренной кости указывал позже Lanz [3]. Он подтвердил данные Le Damany [2] о том, что исходными в торсии являются отрицательные, а не нулевые значения угла. Торсия же бедренной кости вызывается скручиванием на 90° нижней конечности в целом в тот период развития плода, когда возможность ротации в тазобедренных суставах минимальна. Такое вращение конечности заканчивается гораздо раньше того времени, в которое торсия бедренной кости достигает своего минимума или максимума. Дальнейшее увеличение торсии обусловлено тягой наружных ротаторов бедра, превосходящих по силе внутренние почти в три раза, а торсия бедренной кости происходит за счет скручивания компактного вещества.

Выводы данных Lanz [3] нашли подтверждение в более совершенных исследованиях Aitmann [4], который применил метод реконструкции при изучении эмбрионов и молодых экземпляров ряда амфибий, птиц, млекопитающих. Торсия бедренной кости, по мнению автора, явление, присущее исключительно человеку. Однако она обусловлена не механическими факторами, как предполагал Le Damany [2]. Здесь особое значение приобретает унаследование вертикальной походки и преобладание мышц, вращающих бедро кнаружи.

Brand [5] писал, что антеторсия шейки бедренной кости проявляется благодаря внутреннему скручиванию ее диафиза, и особенно в области дистального эпифиза из-за усиленной торсии бедра сгибателями и аддукторами. Grunwald [6] отмечал, что торсия бедренной кости определяется наклоном вертлужной впадины. В дальнейшем предположение было детально изучено им, что привело его к убеждению, что антеторсия зависит от дорзального изменения впадины.

Lanz [3] показал, что торсия происходит в связи с действием сил мышц проксимальных наружных и внутренних дистальных ротаторов бедра, поэтому в конце беременности ось шейки бедра к фронтальной плоскости перемещается и находится под углом 45°. В то же время поперечная ось мыщелков бедра образует с фронтальной плоскостью угол 15°. Процесс торсии бедренной кости продолжается и после рождения ребенка. К периоду зрелости угол шейки и головки бедра к фронтальной плоскости уменьшается до 6°, а дистальный конец поворачивается, пересекая фронтальную плоскость кзади, формируя с ней угол 6°. Если оба мыщелка бедра расположены строго во фронтальной плоскости, то весь проксимальный конец поворачивается, соответственно, кпереди на 12° (физиологическая антеторсия).

De Cuveland [6] обратил внимание на функции тех волокон большой ягодичной мышцы, которые вместе с *m. tensor f. lata* осуществляют внутреннюю ротацию при максимальном сгибании конечности в тазобедренном суставе и тем самым способствуют продолжению внутренней ротации, начавшейся внутриутробно.

Из отечественных авторов К.А. Механик [7] отметил, что в возникновении отклонения шейки бедра важную роль играет не только мышечно-динамический,

но и статический фактор. Влияние этих факторов на скручивание бедра вокруг своей оси было подробно описано в ряде работ Л.Е. Коваль [1]. Е.С. Тихоненков и др. [8] считают, что причинами образования антеторсии шейки бедра у плодов являются тяга мышц области тазобедренного сустава, поворот нижних конечностей внутрь и давление стенок матки. Увеличение антеторсии шейки бедра представляет собой физиологический процесс, в основе которого лежит более ярко выраженное сагиттальное расположение вертлужной впадины у плодов. Это подтверждается также и другими исследованиями [9].

Установлено что угловые величины проксимального отдела бедра у домашних птиц и животных неодинаковы [10, 11]. Угол антеторсии шейки бедра у гуся был отрицательным, у индейки — равен нулю, а у поросенка — 18°. Таким образом, антеторсия шейки бедра присуща не только человеку, но и некоторым видам животных.

Величина угла антеторсии у плодов второй половины внутриутробной жизни составляет, по мнению И.А. Кузнецовой [12], 24,6°, С.А. Цимерман и Л.П. Афанасьевой [13] — от 8 до 60°, З.И. Шнейдерова [14] — от 12 до 45°, Х.З. Гафарова [15], М.К. Гончаровой и соавт. [16] — от 8 до 45°, Le Damany [2] — от 30 до 60°, Brandt [5] — от 13 до 36°, Howorth [17] — от 20 до 40°, Stanislavljjevic, Mitschell [18] — от 25 до 30°, Sommerville [19] — 45°.

Stanislavljjevic [18] показал, что у плодов во второй половине внутриутробного развития (от 5,5 до 9 мес.) антеторсия головки и шейки почти не изменяется. М.Н. Гончарова и соавт. [16] исследовали 1000 трупов новорожденных и мертворожденных (доношенных). Величина ШДУ у плодов и новорожденных при отсутствии дисплазии была в пределах 124-145°, угол антеторсии равнялся 18-35°. По данным других авторов, антеторсия бедренной кости у новорожденных в норме составляет от 32 до 58° (Bertrandt [20]; Cuveland [6]; Le Damany [2]; Dunlop [21]; Milch H [22]; Scharrard [11].

Цель исследования

Учитывая неоднозначные данные источников по торсии бедра, проведены антропометрические исследования костей таза и нижних конечностей у детей различного возраста и взрослых для обеспечения точного планирования операций на проксимальном отделе бедренной кости у детей и остеосинтеза шейки бедра, эндопротезирования тазобедренного сустава.

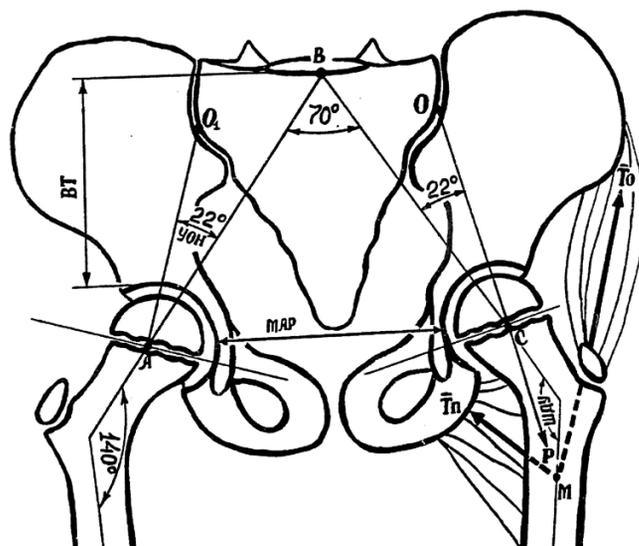
Материал и методы исследования

В процессе рентгенологических исследований нами установлено, что в норме у всех людей до прекращения роста головки бедра ее ростковая пластинка во фронтальной плоскости располагается перпендикулярно к механической оси нагрузки туловища, несмотря на разные размеры костей таза и бедер. Перпендикулярность ростковой пластинки относительно механической оси нагрузки во фронтальной и сагиттальной плоскостях у людей всех возрастов свидетельствует, по нашему мнению, о существовании закономерности пропорционального развития параметров костей таза и бедренного сегмента. Такое предположение послужило основанием для более подробного изучения индивидуальных пропорций между различными параметрами упомянутых выше костей с целью разработки обоснованных критериев коррекции ШДУ, анте- и ретроторсии проксимального отдела бедренной кости при оперативных вмешательствах по поводу разного вида патологии в области тазобедренного сустава. Для этого были изучены анатомические препараты и сухие человеческие скелеты всех возрастов (78 скелетов: от 7-месячных плодов до 82 лет). Проанализировано свыше 1500 рентгенограмм костей таза вме-

сте с бедренными сегментами с патологией в области тазобедренного сустава на здоровой стороне у детей и взрослых. Установлено, что если на передне-задней рентгенограмме тазобедренных суставов, снятых в параллельном положении конечностей и их внутренней ротации на величину угла антеторсии, продлить оси шеек бедренных костей в медиальном направлении, то у всех здоровых детей и у взрослых они пересекутся в середине верхней площадки первого крестцового позвонка. Образованный таким образом угол обращен вершиной к середине верхней площадки S₁. Этот угол назван нами углом ориентации шеек бедренных костей (УОШ). На рис. 1 он обозначен ABC (приведена скиаграмма костей таза и бедер у 7-летнего ребенка в норме).

По нашим наблюдениям, ростковая пластинка головки бедра перпендикулярна не к оси шейки, а к оси нагрузки массы тела, проходящей через тазовые кости, так как механическая ось нагрузки тела и ось шейки бедра не совпадают. Нагрузка от массы тела передается подвздошным костям через боковую часть крестца, которая образована слиянием его поперечных отростков. Здесь самая широкая часть крестца, сочленяющаяся с подвздошными костями своими ушковидными поверхностями. Поэтому нагрузка от массы тела к подвздошным костям может передаваться только по оси, проходящей через ушковидные поверхности крестца к дугообразным линиям подвздошных костей, от них через крышу вертлужных впадин — к головкам бедер. Ось от крестца до головки бедра имеет не только условную, но и реальную анатомическую топографию. Дугообразная линия подвздошной кости служит

Рисунок 1.
Скиаграмма костей таза и бедер у 7-летнего ребенка в норме



ребром жесткости. Линия, соединяющая ушковидную поверхность крестца с ростковой пластинкой головки бедра, нами названа механической осью. Механическая ось нагрузки введена на основании рентгенологических и антропометрических исследований. При этом обнаружено, что шейка бедра в норме расположена оптимально (в биомеханическом смысле) в направле-

Таблица 1.
Средние размеры костей таза и бедра на скелетах и рентгенограммах у здоровых людей различного возраста

Возраст, годы	МГР (в мм)	МАР (в мм)	ВТ (в мм)	УОШ (в °)	УОН (в °)	МАКР (в мм)	ДБ (в мм)	ДШБ (в мм)	УР (в °)	АТ (в °)	ШДУ (в °)	УПБ (в °)
1	90±2,72	45±1,07	40±1,09	86±0,97	18±0,17	16±1,08	120±2,18	35±1,65	0	36±4,85	137±8,42	2
2	96±1,98	50±1,85	44 ±0,83	84±1,10	18±0,32	14±0,86	150±3,04	43±1,50	0	34±5,16	141±7,60	3
3	100±2,22	54± 1,47	47±1,05	78±0,75	19±0,87	11±0,94	180±2,95	49±1,08	4±2,20	32±7,20	140±4,78	4±0,60
4	116±2,35	59±0,85	50±1,47	76±1,15	20±0,64	9±1,10	210±3,58	55±1,24	6±1,96	30±4,53	136±6,54	4±0,84
5	125±1,68	62±1,04	55±1,14	74±1,21	21±0,98	9±1,08	225±3,90	60±1,36	8±2,19	29±5,54	134±4,86	4±0,57
6	138±1,90	65±1,74	59±1,63	72±1,17	22±1,04	8±0,67	238±4,10	66±2,14	10±3,50	28±4,07	138±7,10	4±0,90
7	147±2,15	70±2,35	63±2,16	70±0,98	22±0,88	7±0,92	258±4,82	72±2,80	12±2,84	26±3,96	140±6,53	5±0,42
8	152±2,73	72±2,71	65±2,08	70±1,06	22±1,86	7±1,12	270±3,90	74±2,36	12±3,00	25±3,75	138±8,14	5±0,80
9	160±2,45	76±1,94	67±2,83	71±1,15	23±1,76	7±1,25	278±4,71	76±3,10	13±2,75	23±3,34	136±7,05	5±0,36
10	164±3,05	80±1,09	70±3,04	74±1,08	23±2,17	6±3,17	290±4,32	78±3,65	14±4,24	20±4,02	134±5,80	5±1,04
11	<u>168±2,27</u> 166±2,93	<u>83±2,10</u> 81±2,05	<u>72±2,05</u> 73±2,98	<u>76±2,19</u> 75±1,68	<u>24±2,75</u> 23±2,38	5±2,98	<u>310±3,06</u> 300±4,90	<u>84±2,17</u> 82±3,90	15±3,70	17±3,17	<u>132±4,40</u> 134±5,34	<u>6±1,10</u> 5±0,92
12	<u>174±2,75</u> 170±3,17	<u>86±2,17</u> 84±2,84	<u>74±2,86</u> 75±3,10	<u>80±2,35</u> 76±3,10	<u>25±2,82</u> 24 ±1,96	4±2,65	<u>335±4,86</u> 320±3,72	<u>86±3,62</u> 84±4,40	16±2,88	16±2,80	<u>130±3,82</u> 132±4,08	<u>7±0,94</u> 6±1,16
13	<u>186±3,84</u> 175±3,12	<u>89±3,06</u> 86±2,37	<u>77±3,35</u> 79±3,42	<u>84±1,96</u> 77±2,74	<u>26±2,19</u> 24±2,17	2±3,00	<u>360±4,64</u> 350±5,70	<u>88±3,58</u> 85±3,92	17±3,17	14±3,98	<u>128±3,40</u> 130±5,62	<u>9±1,20</u> 7±0,66
14	<u>197±4,78</u> 180±3,74	<u>96±2,82</u> 90±3,08	<u>82±4,75</u> 86±3,87	<u>86±2,76</u> 79±3,19	<u>27±2,80</u> 25±3,06	0±2,06	<u>392±4,40</u> 396±6,32	<u>90±3,87</u> 92±4,76	18±3,93	12±3,18	<u>126±4,08</u> 128±4,80	<u>10±0,85</u> 7±0,78
Взрослые	<u>220-280</u> 255	<u>100-130</u> 120	<u>80-100</u> 90	<u>80-100</u> 90	<u>22-30</u> 25	от -20 до +20 0	<u>380-490</u> 400	<u>80-110</u> 100	<u>12-2</u> 18	от -6 до 24 12	<u>116-134</u> 25	<u>6-15</u> 10



нии воздействия всех статических и динамических сил. Такое утверждение базируется на том, что варизация шейки бедра у детей до $115\text{--}120^\circ$ при многих операциях не сохраняется в указанных пределах, а со временем наступает некоторая вальгизация. И это именно на тот угол, под которым должна находиться ростковая пластинка относительно механической оси нагрузки, то есть результирующей силы отводящих и приводящих мышц бедра. Поэтому вальгизация будет продолжаться до тех пор, пока пластинка не станет перпендикулярной к механической оси нагрузки.

Восстановление нормального ШДУ происходит у детей, оперированных по поводу болезни Пертеса или врожденного вывиха бедра даже при варизации шейки до $110\text{--}115^\circ$. Спустя 1-2 года наблюдается полная нормализация этого угла соответственно возрасту за счет постепенного поворота ростковой пластинки относительно осевой нагрузки. В последующем рост шейки бедра определяется направлением ростковой пластинки. Ко времени закрытия зон роста заканчиваются полная перестройка и функциональная адаптация нижних конечностей. Осуществляется формирование оптимальной величины ШДУ в биомеханическом отношении. Умеренная же варизация шейки бедра связана с общим остеопорозом костей и снижением тонуса мышц, отмечается она только в пожилом и старческом возрастах.

Ходьба ребенка в течение 3-4 месяцев в отводящих шинах после вправления врожденного вывиха приводит к вальгизации шейки бедра на $10\text{--}15^\circ$. Из этого следует, что ростковая пластинка, установленная под острым углом относительно механической оси нагрузки, оказывается нагруженной неравномерно по ее поверхности вследствие неправильного распределения статических и динамических сил, поэтому пластинка поворачивается в положение, близкое к горизонтальному, перпендикулярно к механической оси нагрузки, в результате чего развивается вальгусная деформация шейки бедра.

На рис. 1 оси нагрузки от веса тела обозначены линиями ОС и O_1A . В норме они всегда перпендикулярны к срединам ростковых пластинок. Ось нагрузки не совпадает с осью шейки бедра, а ось шейки бедра и ось шейки бедра, пересекаясь между собой в середине ростковой пластинки в точке С, образуют соответствующий каждому возрасту угол оси нагрузки (УОН, углы на рисунке обозначены ОСБ и O_1AB). Величины углов оси нагрузки, вычисленные нами в зависимости от возраста у здоровых людей, совпадают с величиной эпифизарного угла, описанного Glogowski (1962). Упомянутый нами угол оси нагрузки определяет правильность ориентации шейки бедра и ростковой пластинки относительно механической оси нагрузки ОС. Сила Р является равнодействующей сил натяжения отводящих T_0 и коротких ротаторов, с одной стороны, и приводящих мышц T_1 бедра, с другой. Направления этих сил пересекаются в точке М на уровне малого вертела, а направления равнодействующих сил натяжения других мощных мышц, таких, как большая ягодичная и подвздошно-поясничная, совпадают с направлением оси нагрузки от веса тела.

Таким образом, в норме существует полное равновесие мышц абдукторов и аддукторов, сгибателей и разгибателей, прикрепляющихся к проксимальному концу бедренной кости. В процессе развития костей таза в высоту и ширину наступает изменение направления действия сил мышц и оси нагрузки от веса тела. Пропорционально размерам костей таза при торсионном развитии бедренной кости ростковая пластинка, ориентируясь перпендикулярно к оси нагрузки, изме-

няет положение проксимального отдела бедренной кости. При этом активную роль играет уравновешенное натяжение мышц соответственно пропорциональному изменению их костных рычагов. Следовательно, в норме у всех людей различного возраста до полного закрытия зоны роста головки бедра ее ростковая пластинка во фронтальной плоскости располагается перпендикулярно к механической оси нагрузки туловища, несмотря на разницу в размерах костей таза и бедер.

Для выявления пропорциональной зависимости в развитии костей таза и бедер нами измерены:

1. Межребневой размер (сокращенно — МРГ) — расстояние между наиболее отдаленными точками крыльев подвздошных костей.

2. Межацетабулярное расстояние (МАР) — дистанция между днами вертлужных впадин на скелетах, между наружными краями фигур «слезы» на рентгенограммах.

3. Высота таза (ВТ) — расстояние между крышей вертлужной впадины и верхним краем позвонка S_1 по вертикали.

4. Угол ориентации шеек бедренных костей, вершина угла лежит на середине верхнего края S_1 .

5. Угол оси нагрузки (УОН) — угол, заключенный между осью шейки бедра и осью нагрузки. Для этого на рентгенограмме костей таза оси шеек бедренных костей продолжают в медиальном направлении до пересечения, затем от середины ростковой пластинки головки бедра восстанавливают перпендикуляр к середине ушковидной суставной поверхности наружной части крестца.

6. Угол, образованный от пересечения осей шеек бедер (УОШ), на рис. 1 обозначен углом АВС.

7. Межацетабулярно-крестцовое расстояние (МАКР, измерение его возможно только на скелетах) — дистанция между отвесом, спущенным от мыса крестца, и межацетабулярной (МАР) линией, проведенной через центры вертлужных впадин.

8. Длина бедра (ДБ) — расстояние от большого вертела до поверхности дистального его эпифиза.

9. Длина шейки бедра (ДШБ) — расстояние от суставной поверхности головки по середине шейки до наружного края наружной кортикальной пластины диафиза бедра.

10. Угол ретрофлексии шейки бедра (УР измеряется только на скелетах) — угол, образованный пересечением осей, которые проведены по нашей методике (Х.З. Гафаров) (1), по середине головки и шейки бедра с одной стороны, и большого вертела с другой, по горизонтальной плоскости.

11. Антеторсия бедренной кости (АТ) — угол между осью шейки и поперечной осью мыщелков бедра. Для измерения этого угла бедренную кость скелета плотно укладывают задними поверхностями мыщелков на горизонтальную плоскость и замеряют угол между осью ее шейки и плоскостью [9].

12. Шеечно-диафизарный угол (ШДУ) (измеряется на скелетах и на препаратах) — угол между продольными осями шейки и диафизом бедренной кости. На рентгенограммах измерения проводили по методике Я.Б. Куценков, Д.Е. Коваль (1976) [9].

13. Угол приведения бедра (УПБ) — угол между продольной осью диафиза и суставной поверхностью мыщелков бедренной кости, поставленной мыщелками на горизонтальную плоскость. На рентгенограмме этот угол находят после проведения осей по середине диафиза и по высоте мыщелков бедренной кости.

Результаты измерений средних размеров костей таза и бедра на скелетах и на рентгенограммах у здоровых людей различного возраста приведены в табл. 1. Как

видно из таблицы, имеется тесная взаимосвязь при развитии между размерами межребневого расстояния (МГР) и межацетабулярным расстоянием (МАР). Размеры костей таза характеризуют развитие их в ширину. Со временем они пропорционально возрастают в соотношении 2:1.

Наши измерения показали, что в размерах костей таза у лиц женского и мужского пола до 11 лет различия нет. Таблица иллюстрирует появление этих различий, начиная с 11 лет: в числителе приведен показатель для лиц женского пола, в знаменателе — для мужского. Для взрослых крайние колебания размеров указаны в числителе, а их средние размеры — в знаменателе.

Размер ВТ обозначает развитие костей таза по вертикали, то есть их высоту. Этот размер до 4-летнего возраста увеличивается равномерно, далее до 7 лет происходит усиленное развитие костей таза в высоту, которое затем замедляется. У лиц мужского пола с 11 лет, упомянутого выше, размер превышает у женского таза. Величина ВТ зависит от степени наклона костей таза вперед и отражается на величинах углов АВС и УОН. Чем больше ВТ, тем меньше АВС и УОН.

Угол ориентации шейк бедренных костей (АВС) до 7-8 лет равномерно уменьшается, что характеризует рост костей таза в высоту. Затем с 9-10 лет происходит значительное увеличение МАР и УОШ. Однако последний может уменьшаться при быстром росте бедер в длину, что наблюдается в 7-8 лет, причем ШДУ становится больше, непосредственно влияя на уменьшение УОШ. Размер ДШБ также увеличивается и зависит от величины ШДУ. Взаимосвязь приведенных размеров четко прослеживается у детей до 7-8 лет, затем она несколько ослабевает и с 11 лет увеличивается АВС, ДБ, ЛШБ, а ШДУ уменьшается.

Угол оси нагрузки (УОН) в норме с возрастом постепенно увеличивается. Величина УОН зависит от размеров МАР, ВТ и ШДУ. Чем больше МАР и меньше ВТ и ШДУ, тем всегда больше УОН. У лиц женского пола с 11 лет он больше, чем у лиц мужского пола, что связано с половыми различиями строения костей таза. Величина УОН имеет особое значение, так как она у детей довольно стабильна и с возрастом часто изменяется. УОН определяет ориентацию ростковой пластинки головки бедра относительно оси нагрузки. Ростковые пластинки должны быть всегда перпендикулярны к оси нагрузки, от этого зависит правильность развития головки, шейки и вертлужной впадины вообще, то есть тазобедренного сустава в целом. Даже при крайних отклонениях параметров костей таза и бедра от нормы размеры УОН мало изменяются, а ростковая пластинка остается перпендикулярной к оси нагрузки. Указанный фактор является особенно ценным показателем степени необходимой коррекции проксимального конца бедренной кости при различной патологии.

Межацетабулярно-крестцовое расстояние (МАКР) определяли у детей до 8 лет с учетом наклона костей таза вперед в пределах 50° . У детей старше 8 лет величину измерений корректировали при наклоне на 55° , поскольку такое расстояние тесно взаимосвязано со степенью наклона таза. В норме в большом количестве измерений величина МАКР до нулевого значения убывала постепенно. У большинства взрослых людей с величиной МАКР тесно взаимосвязано положение и линейное перемещение общего центра массы тела (ОЦМ) в передне-заднем направлении при ходьбе, что обуславливает плавность походки и уменьшает энергозатраты. От величины МАКР зависит также степень лордоза в поясничном отделе позвоночника. Как видно из табл. 1, крайние значения величины (МАКР) у взрослых доходили до 20 мм, причем отвес, опущен-

Рисунок 2.
Величина торсии на различных бедренных костях у человека в норме



ный с мыса крестца, находился впереди межацетабулярной линии. У 11 скелетов величина угла антеторсии (АТ) была незначительной, наблюдалась ретроторсия головки бедра в пределах $4-6^\circ$. Отсюда можно заключить, что в норме при перемещении ОЦМ тела впереди величина антеторсии (АТ) уменьшается или возникает ретроторсия. Когда же отвес, опущенный также с мыса крестца, оказывался на расстоянии до 22 мм кзади от линии МАР, всегда, даже у взрослых, была выражена антеторсия (АТ), доходившая до $18-34^\circ$. При положении стоя проекция расположения ОЦМ и вертикальная ось нижней конечности по сагиттальной плоскости должны совпадать. Это оптимальный вариант строения опорно-двигательного аппарата.

До 4-летнего возраста происходит быстрый рост бедренной кости, он несколько замедляется к 7-8 годам, но с 11-12 лет вновь ускоряется. Размеры ДБ тесно связаны с МАР и ШДУ, то есть чем больше ДБ, тем больше ШДУ, и наоборот, чем меньше ДБ при одном и том же МАР, тем меньше и ШДУ. С размером ДБ тесно связана и длина шейки бедра (ДШБ).

ДШБ возрастает при увеличении значений ДБ и ШДУ, то есть чем больше ДБ и ШДУ, тем больше ДШБ, но при увеличении размера МАР уменьшается ДШБ и ШДУ. В 11-13 лет у мальчиков размеры ДБ и ДШБ несколько меньше, чем у девочек, но в 14-16 лет указанные размеры у мальчиков резко возрастают и становятся больше, чем у девочек. Знание средних размеров ДШБ помогает правильно подобрать трансплантаты и металлические конструкции при оперативных вмешательствах на проксимальном конце бедренной кости.

Угол ретрофлексии (УР) бедра у детей в первые годы их жизни отсутствует. Он появляется в 5-6-летнем возрасте и постепенно увеличивается вплоть до прекращения роста организма. Данный угол тесно взаимосвязан с антеторсией (АТ) бедра. Чем больше АТ, тем меньше УР, и наоборот. Величина УР возрастает в процессе физиологического уменьшения угла АТ. В наших измерениях ни в одном случае не было большого угла АТ при значительном УР, но всегда прослеживалась закономерность в том, что сумма их не превышала $28-44^\circ$, а в среднем $34-36^\circ$. Следовательно, величина АТ при рождении приблизительно равна сумме углов АТ и УР в любом периоде жизни человека. Таким образом, можно предположить, что уменьшение угла АТ служит причиной возникновения УР, то есть перехода шейки бедра из одной формы в другую в процессе торсионного развития нижних конечностей человека. Одно из доказательств такого предположения представляет тот факт, что при врожденном вывихе бедра у детей УР абсолютно отсутствует, так как угол АТ не уменьшается, а, наоборот, увеличивается.

Анатомо-функциональное значение шейечно-диафизарного угла (ШДУ) бедра в литературе освещено достаточно. Как мы уже упоминали, показателем оптимальной величины ШДУ всегда является перпендикулярность поверхности ростковой пластинки бедра к механической оси нагрузки во фронтальной плоскости. Поэтому при корригирующих операциях на прок-

симальном конце бедра мы считаем необходимым достигать именно перпендикулярного ее расположения к оси.

Угол приведения бедра (УПБ) с возрастом увеличивается медленно. Его размеры имеют прямую связь с размерами МАР, ДБ и ШДУ, то есть чем больше УПБ, тем меньше ДБ и ШДУ, и наоборот. УПБ у девочек с 11 лет становится больше, чем у мальчиков.

В норме в возрасте 11-14 лет у девочек этот угол равен 7-8°, а у мальчиков — 6°. От угла приведения бедра зависит степень нагрузки внутреннего и наружного отделов дистальной ростковой зоны бедра, а также степень развития мышечков и горизонтальность щели коленного сустава относительно дорожного полотна. Из изложенного выше следует, что при закрытии зоны роста в дистальном отделе бедренной кости степень коррекции деформаций при оперативном вмешательстве должна соответствовать возрастному углу приведения бедра.

Таким образом, угловые и линейные размеры костей таза и проксимального отдела бедренной кости взаимосвязаны и подчинены закону пропорционального роста. Величины углов проксимального отдела бедренной кости в значительной мере зависят от различных параметров костей таза (ширины, высоты, наклона и т.д.), трансформация его происходит в процессе торсионного развития бедренной кости так, чтобы ростковая пластинка головки всегда оказывалась перпендикулярна к механической оси нагрузки.

В процессе обследования взрослых ортопедо-травматологических больных с повреждениями или заболеваниями в области тазобедренного сустава возникает необходимость точного определения угловых величин (атеторсия, ретроторсия и шеечно-диафизарный угол) проксимального отдела бедренной кости, т.е. в различных плоскостях. Такая необходимость возникает при планировании операций эндопротезирования тазобедренного сустава, а также при остеосинтезе переломов шейки бедренной кости конюлированными винтами и другими фиксаторами.

По нашим данным, шеечно-диафизарный угол взрослых пациентов варьирует в пределах от 125 до 135°, т.е. в среднем составляет 127°. Однако углы торсии весьма вариабильны и могут быть от 0 до +35°, а ретроторсия — от 0 до -18°. На рис. 2 представлены величины торсии на различных бедренных костях человека в норме. В повседневной работе, при планировании хирургических операций, эти величины врачами не всегда определяются. В результате страдает точность определения длины винтов для фиксации костных фрагментов шейки бедра, а также установка бедренного компонента эндопротеза с учетом индивидуальных величин углов торсии бедренной кости в ее проксимальном отделе.

Положительный клинический результат оперативных вмешательств на проксимальном отделе бедренной кости напрямую зависит от правильного предоперационного планирования и точного проведения хирургического вмешательства.

Ошибка определения истинной длины шейки бедра возникает из-за нескольких причин: при передне-задней рентгенографии тазобедренного сустава шейки бедра находится в положении атеторсии или ретроторсии, т.е. проекционные углы уменьшают длину шейки бедренной кости на рентгенограмме по сравнению с реальной длиной шейки. Во избежание таких ошибок в первую очередь необходимо определить величину атеторсии или ретроторсии проксимального отдела бедренной кости на здоровой стороне: если повреждена шейка справа, необходимо исследовать здоро-

вую сторону — левую бедренную кость, и наоборот, при заболеваниях или повреждениях правой стороны необходимо обследовать левую бедренную кость. Для этого необходимо укладывать здоровую конечность на рентгеновском столе по Риппштейну, т.е. угол между туловищем и бедренным сегментом должен быть прямым (90°). Затем каждое бедро отводят от средней линии на 20° и в коленном суставе угол устанавливают прямым (90°). Для этого под голень подкладывают большой валик так, чтобы голень была уложена параллельно средней линии, стопа не должна ротироваться ни внутрь, ни наружу (рис. 3).

Центральный луч рентгеновской трубки направляют на лонное сочленение. Расстояние от трубки до кассеты должно быть в пределах 120 см. При этом на рентгеновской пленке получается головка, шейка и большой вертел, а также небольшая часть бедренной кости. Затем по середине головки и шейки проводят карандашом ось на рентгенограмме до пересечения горизонтальной плоскостью. Угол, образованный между осями шейки и горизонтальной плоскостью, будет показывать величину атеторсии или ретроторсии в градусах (рис. 4) — угол «Т» — торсия (torsio).

Для получения истинной длины шейки бедра необходимо сделать рентгенографию в передне-задней проекции на здоровой стороне, устранив величину найденной атеторсии или ретроторсии. Это достигается тем, что бедренный сегмент ротируют внутрь на величину атеторсии, а при наличии ретроторсии бедренный сегмент ротируют наружу на величину ретроторсии. На полученной рентгенограмме от суставной щели проводят по середине головки и шейки бедра прямую линию к безымянной ямке. Полученную величину уменьшают на 1/10, так как при расстоянии трубки 120 см от кассеты изображение увеличивается на 1/10. Таким образом, полученная длина на прямой рентгенограмме будет истинной длиной шейки бедра. Однако укладывание нижней конечности, ротируя на величину атеторсии или ретроторсии, без внешних ориентиров, весьма трудная задача. Укладка конечности по надколеннику и другим внешним анатомическим выступам дает частые ошибки. Для исключения ошибок при обследовании нижней конечности ногу в коленном суставе выпрямляют на 180° и ротируют ее внутрь на величину атеторсии, а при ретроторсии ротируют наружу на величину ретроторсии. Ротацию обеспечивают всей конечности, ориентируясь на лодыжки, которые легко пальпируются даже у очень полных людей. Внутреннюю и наружную лодыжки ухватывают первым и вторым пальцами руки и точно по серединам лодыжек проводят прямые ли-

Рисунок 3.

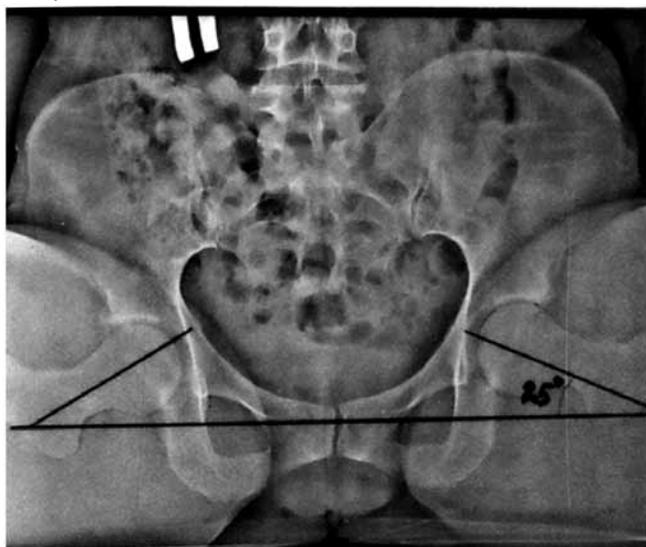
Укладка для определения торсии бедренных костей при рентгенографии





Рисунок 4.

Определение величины торсии на рентгенограмме (в приведенной рентгенограмме угол торсии составил +25°)



нии (а — внутренняя лодыжка; с — наружная лодыжка) на коже фломастером или шариковой ручкой вниз до подошвенной поверхности стопы (рис. 5). Затем линии лодыжек соединяют между собой на подошве поперек стопы (линия в). Эта линия на подошве является величиной поперечной оси лодыжек, с одной стороны, с другой, указывает на величину торсии костей голени кнаружи. Для рентгенографии тазобедренного сустава в прямой проекции и точного ротирования конечности так, чтобы тень шейки бедра ложилась всей длиной на пленку, используют транспортер, одну браншу которого прикладывают неподвижно на поперечную линию между лодыжками на подошве, а другую браншу ориентируют по оси стопы, т. е. от межлодыжечной линии до первого межпальцевого промежутка до второго ее пальца. После этого нижнюю конечность со стопой и браншой на продольной оси стопы ротируют целиком на величину торсии в градусах, полученной на рентгенографии, выполненной по Риппштейну. Длину фиксатора шейки бедра при ее переломах, в данном случае канюлированные винты, берут для остеосинтеза на 5 мм короче по сравнению с найденной на рентгенограмме длиной шейки бедра. Выбранная таким образом длина канюлированного винта будет оптимальной для проведения остеосинтеза переломов шейки бедренной кости.

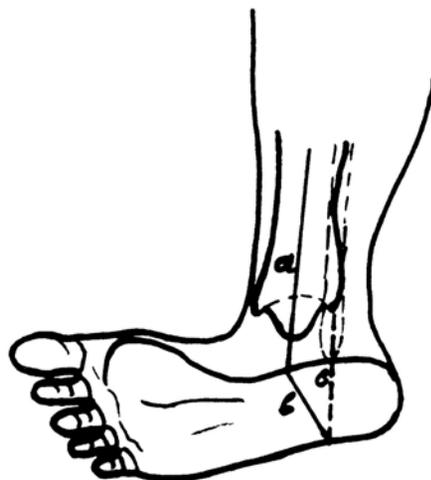
При выраженном остеопорозе костей, особенно шейки бедра, исключается применение фиксаторов в виде канюлированных винтов. В таких случаях единственным правильным решением является эндопротезирование тазобедренного сустава с применением цемента. Однако и при этом нормальная биомеханика тазобедренного сустава должна быть восстановлена полностью.

Для правильной установки ножки бедренного компонента при эндопротезировании также важно учитывать величину торсии проксимального отдела бедренной кости с тем, чтобы соблюдались индивидуальные величины скрученности бедренной кости до и после эндопротезирования.

Следовательно, тазовый и бедренный компоненты тазобедренного сустава повторяли углы индивидуального взаиморасположения вертлужной впадины и головки бедра. Крайне важно, чтобы было осуществлено

Рисунок 5.

Принцип клинического определения поперечной оси лодыжек



«бесконфликтное», в биомеханическом смысле, эндопротезирование сустава. Последнее понятие является весьма важным моментом, обеспечивающим длительность срока службы эндопротеза.

Для правильного ориентирования ножки эндопротеза в канале бедренной кости во время операции при переломе шейки бедра, когда невозможно точно определить визуально величину анте- и ретроторсии ее проксимального отдела, приходится использовать параметры неповрежденной нижней конечности. Правила определения угловых величин в проксимальном отделе бедренной кости совершенно идентичны выше описанной схеме лечения при переломах шейки бедра.

Обсуждение

Эффективность применения новой медицинской технологии подтверждена результатами клинических наблюдений за 470 больными с переломами шейки бедренной кости в возрасте 45-76 лет обоего пола. В 99% случаев получены положительные результаты. Осложнения после остеосинтеза устранялись у больных после клинико-лабораторных исследований при нормальных показателях крови удалением сломанных винтов и за счет тотального эндопротезирования тазобедренного сустава.

Ургентному эндопротезированию тазобедренных суставов подверглись 187 больных. Осложнения наблюдались у 3 больных, среди которых 1 больной был с глубоким инфицированием раны. Выполнено удаление эндопротеза, а через год — повторное эндопротезирование. У 2 больных наблюдались подпротезные переломы бедренной кости, они лечились спице-стержневыми аппаратами Г.И. Илизарова до сращения переломов.

При осложнениях в процессе лечения больных с переломами шейки бедра применялась следующая тактика:

1. Миграция канюлированного винта кнаружи (удаляют винт и ограничивают нагрузку на конечность на 1-2 мес.).
2. Перелом винта в переходе к резьбовой части (винт удаляют).
3. Послеоперационное инфицирование раны (симптоматическое лечение — дренирование, антибиотики, иммуномодуляторы, витамины).



При осложнениях после ургентного эндопротезирования применялась описанная ниже тактика:

1. Подпротезные переломы бедренной кости со смещением. Срастание достигалось наложением аппарата Илизарова на крыло таза и бедренный сигмент.

2. Глубокое послеоперационное инфицирование раны. Удаление эндопротеза, дренирование, антибиотикотерапия и симптоматическое лечение. Последующее эндопротезирование после полного заживления раны спустя как минимум 1 год.

ЛИТЕРАТУРА

1. Коваль Л.Е. Торсия бедренной кости в норме и при врожденном вывихе бедра: автореф. дис. ... канд. мед. наук. — Киев, 1966. — 22 с.
2. Le Damany P. La torsion du femur. Normal pathologiguse, experimental // J.de e Anatomie et de Physiol. — 1903. — Vol. 39.
3. Lanz T. Die Rollwizkunqen des m.ilioopsoas und Femurforsion // Zeifsch. Anat. — 1953. — Bd 117, N. 5. — P. 382-409.
4. Altmann F.Unterschungen uber die Torsio demoris, und damit im. Zusammenhang Stehende Fragen Zschr // Anat. — 1925. — Vol. 75. — P. 82-126.
5. Brandt G. Die Torsion der untereren Extremitat und ihre Betentung fur Deformitiaten? Entstang. Zfsch.t. Orthop Chie. — 1928. — Vol. 49. — P. 481-542.
6. Cuveland E Beitrage rur Frage der Entstehune dez Femur J. Bone Jf. Surg. — 1957. — Vol. 39-A. — P8/ 1433-1453.
7. Механик К.А. Sozsio femoris в свете новых данных об архитектонике компактного вещества кости // Труды Военно-медицинской академии. — Л., 1948. — Т. XI. — С. 63-79.
8. Тихоненков Е.С. Шеечно-диафизарный угол и его значение в лечении врожденного вывиха бедра у детей: автореф. дис. ... канд. мед. наук. — Л., 1975. — С. 17.
9. Куценко Я.Б., Коваль Л.Е. Клинико-биомеханические аспекты торсии бедренной кости. — В кн.: Биомеханика. — Рига, 1975. — С. 429-435.
10. Schands A., Steelem. Forsion of the Femur. J.Bone Jt.Sare. — 1957. — Vol. 39-A. — P. 1433-1453.
11. Sharrard W. Le traifement des torsions du membre inferieur Fcfa orthopaedica Belgica. — 1977. — Vol. 43, № 4. — P. 567-578.

Заключение

Безопасность примененных нами медицинских технологий доказана отсутствием серьезных нежелательных явлений при длительном применении винтов для остеосинтеза и ургентном тотальном эндопротезировании тазобедренного сустава. Другими словами, все возникшие послеоперационные осложнения были устранены, т. е. они не приводили к стойкой инвалидности. Поэтому описанная тактика лечения больных осуществляется нами по настоящее время после проведения тщательной предоперационной подготовки и планирования с учетом атрометрических данных, определенных по данной методике.

12. Кузнецова И.А. Изменчивость формы и структуры бедренной кости и ее прикладное значение: автореф. дис. ... канд. мед. наук. — Саратов, 1953.
13. Цимерман С.П., Афанасьева Л.П. Форма тазобедренного сустава человека и его развитие / Сб. научных работ Ставропольского мед. института. — 1956. — Вып. 1. — С. 61-65.
14. Шнейдеров З.И. Оперативное лечение врожденного вывиха бедра у детей: автореф. дис. ... канд. мед. наук. — Киев, 1961.
15. Гафаров Х.З. Лечение детей и подростков с ортопедическими заболеваниями нижних конечностей. — Казань, 1995. — 384 с.
16. Гончарова И.Н. и др. Некоторые рентген. параллели формирования тазобедренного сустава в период внутриутробного развития новорожденных / Материалы докладов научных сессий института им. Г.И. Турнера. — 1966. — № 1. — С. 125-128.
17. Howorth B. Congenital dislocation of the hip // Ann.Surg. — 1947. — T. 25. — С. 216-286.
18. Stanislaviiavic S. Diagnosis and treatfment of congenifal hip. Patology in the newborn // Baltimore, 1964. — Vol. 92.
19. Somerville E.A. Long-Term Follov-up of Congenifal Dislocation of the flip // J. Bone Jt. Surg. — 1978. — Vol. 60-B, № 1. — P. 25-30.
20. Bertrand P. Maefozmatone Luxations de la hanee. — Paris, 1962. — P. 50-70.
21. Dunelop K. Anew methed deferminafion of torsion of the femyr // J. Bone Jf, Surg. — 1953. — Vol. 35A, № 2. — P. 289-311.
22. Mileh ft. Osteotomy of the long bones Bull.tlosp // Joint. Dic. — 1956. — Vol. 17, № 2. — С. 187-403.