

# Особенности двигательного стереотипа футболистов различной игровой специализации

**В.А. Колесниченко, И.М. Рыбак, И.Н. Кутепов**

Институт патологии позвоночника и суставов им. проф. М.И. Ситенко  
АМН Украины, Областной врачебно-физкультурный диспансер,  
Харьковская областная футбольная школа "Металлист", Харьков

**Резюме.** Вивчено особливості рухового стереотипу футболістів різної ігрової спеціалізації. Виявлено варіанти порушення хребетно-тазового балансу зі зміною тону м'язових груп тулуба і нижніх кінцівок (тонічне напруження одних і загальмованість інших), що супроводжується зміною основних біомеханічних параметрів м'язів з порушенням м'язової координації і зміною сили, швидкості та економічності спортивних рухів.

**Ключові слова:** футбол, руховий стереотип, взаємозв'язки м'язових груп, спортивні рухи.

**Summary.** Movement stereotype peculiarities of the footballers of a different playing specialization are studied. The disorder variants of spine-pelvic balance with the change of tone of muscle groups of trunk and lower extremities (tonic tension of one and retarding of the other), that are accompanied by the change of basic biomechanics of muscle parameters with disorder of muscular co-ordination and change of force, speed and economy of sporting movements are exposed.

**Key words:** football, movement stereotype, muscle group intercommunications, sporting motions.

**Постановка проблемы.** Современный футбол характеризуется стремительным увеличением скорости игры, в том числе скоростей игрового мышления, передвижения футболистов, выполнения технико-тактических действий. Существенной стороной модели высококвалифицированного спортсмена являются показатели специальной физической подготовленности и, в частности, показатели силы мышц [6]. Сила мышц, а также многосторонние связи между отдельными мышечными группами зависят от особенностей двигательного стереотипа, который характерен для каждого человека, формируется в процессе онтогенеза и направлен на наиболее эргономичную активацию движений [7].

В строении тела человека присутствует асимметрия, которая возникает почти исключительно под влиянием функциональных факторов в процессе онтогенетического развития [9]. Асимметрия опорно-двигательного аппарата может являться одним из факторов спортивного отбора и ориентации. Так, различная длина нижних конечностей является функционально выгодной для футболистов: более короткая нога за счет меньшей длины рычагов позволяет быстрее обрабатывать мяч и наносить по нему удары [4]. Различия в длине ног обычно не превышают 1,0—2,0 см, и в этом случае даже не являются противопоказанием к военной службе. Как правило, при занятиях спортом такие деформации

мало заметны сравнительно с изменениями конфигурации всего тела спортсмена при перемещении отдельных его биозвеньев [1]. Однако, с точки зрения биомеханики, любая асимметрия в строении опорно-двигательного аппарата сопровождается соответствующими компенсаторными изменениями, направленными на сохранение устойчивого положения тела человека при вертикальных нагрузках. Так, асимметрия нижних конечностей компенсируется изменением параметров позвоночно-тазового баланса во фронтальной плоскости — боковым наклоном таза, сколиотической деформацией позвоночника, а также проекционным изменением длины ноги (сгибательная установка в суставах более длинной конечности) [9].

По нашим наблюдениям, однотипные, специфические для футбола, ежедневные нагрузки приводят к формированию кифотической деформации позвоночника и нарушению позвоночно-тазового баланса в сагиттальной плоскости. Изменение пространственных взаимоотношений между позвоночником, тазом и нижними конечностями изменяет точки начала и прикрепления соответствующих мышц, а следовательно, длину и силу этих мышц. Развивается мышечный дисбаланс, изменяющий двигательный стереотип каждого конкретного футболиста. При этом изменения двигательного стереотипа могут быть биомеханически конкордантными (благоприятными) или же биомеханически дискордантными (неблагоприятными).

Выполнение технико-тактических действий в футболе (“открывание” для приема мяча, “подключение” в атаку, удары по мячу) связано прежде всего с работой мышц туловища и нижних конечностей. Основные двигательные механизмы нижних конечностей отличаются меньшим разнообразием, однако мышечная координация проявляется здесь в большей степени, чем на верхних конечностях [5]. В этой связи нарушение мышечной регуляции вследствие биомеханически дискордантного изменения двигательного стереотипа неизбежно снизит скорость выполнения технико-тактических действий.

Наши исследования направлены на: 1) изучение биомеханических последствий изменения костно-мышечной системы футболистов; 2) оптимизацию двигательного стереотипа путем коррекции выявленных мышечных нарушений.

**Цель исследования** — выявить особенности двигательного стереотипа и взаимосвязи отдельных мышечных групп при асимметрии

ТАБЛИЦА 1  
Распределение обследованных футболистов по возрасту

Год рождения	Количество обследованных	
	Абсолютная величина	%
1986	2	2,6
1987	14	18,1
1988	25	32,5
1989	5	6,5
1992	17	22,2
1993	14	18,1
Итого	77	100

нижних конечностей у футболистов различной игровой специализации.

**Методы и организация исследования.** Обследовано 77 футболистов Харьковской областной футбольной школы “Металлист”. Распределение по возрасту и спортивному стажу обследованных спортсменов представлено в табл. 1 и 2. По игровому амплуа футболисты распределились следующим образом: вратарей — 6 (7,8 %); защитников — 20 (26,0 %); полузащитников — 33 (42,8 %); нападающих — 15 (19,5 %); без постоянной игровой специализации — 3 (3,9 %).

**Метод исследования** — ортопедическое обследование, которое было направлено на изучение позвоночно-тазового баланса (ПТБ) и включало ортопедический осмотр и антропометрические измерения.

Параметрами ПТБ являются: постоянная величина, характеризующая анатомию таза, — отклонение таза относительно головок бедер, а также переменные величины — наклон крестца, наклон таза, поясничный лордоз, грудной ки-

ТАБЛИЦА 2  
Распределение обследованных футболистов по спортивному стажу

Спортивный стаж (лет)	Количество обследованных	
	Абсолютная величина	%
11	1	1,3
10	3	3,9
9	1	1,3
8	2	2,6
7	3	3,9
6	11	14,3
5	15	19,5
4	16	20,8
3	12	15,5
2	2	2,6
1 и менее	11	14,3
Итого	77	100

фоз, положение тазобедренных и коленных суставов относительно общего центра масс [11].

При ортопедическом осмотре определялись: конфигурация позвоночника в сагиттальной и фронтальной плоскостях; изучалось взаимное расположение позвоночника, таза и нижних конечностей.

При антропометрических исследованиях с помощью сантиметровой ленты измеряли: 1) положение крыльев таза: а) спереди — по расстоянию от мечевидного отростка грудины до передних верхних остей подвздошных костей; б) сзади — от остистого отростка С<sub>7</sub> позвонка до задних верхних остей подвздошных костей; 2) длину нижних конечностей [8]: а) суммарную (клиническую) длину ноги — от передней верхней ости подвздошной кости до внутренней лодыжки; б) истинную длину бедра — от большого вертела до суставной щели коленного сустава; в) истинную длину голени — от суставной щели коленного сустава до наружной лодыжки.

**Результаты исследования и их обсуждение.** В зависимости от взаимного расположения позвоночника, таза и нижних конечностей во фронтальной плоскости спортсмены были разделены на 4 основные группы.

*Первую группу* составили футболисты с нормальным позвоночно-тазовым балансом во фронтальной плоскости. Обращает на себя внимание тот факт, что в эту группу — симметричное положение крыльев таза и одинаковая длина нижних конечностей (как суммарная, так и по сегментная) — вошли всего трое (3,9 %) игроков. При этом лишь у одного из этих спортсменов была нормальная конфигурация позвоночника в сагиттальной плоскости. У двух других отмечалась кифотическая деформация позвоночника — верхнегрудного, а также среднегрудного отделов соответственно.

У 59 (76,6 %) футболистов выявлены различные варианты компенсаторного изменения позвоночно-тазового баланса во фронтальной плоскости вследствие асимметрии нижних конечностей (0,5—2,0 см).

Компенсаторные приспособления при асимметрии нижних конечностей при статических вертикальных нагрузках (стоянии) направлены либо на сохранение относительно симметричного положения тела (активный способ компенсации), либо на экономию мышечной энергии (пассивный способ компенсации).

При активной компенсации укорочения нижней конечности относительно симметричное положение таза сохраняется двумя способами. Во

первых, отсутствие бокового наклона таза достигается сокращением пельви-трохантерных мышц (особенно средней и малой ягодичных) и пельви-торакальных мышц (особенно подвздошно-поясничной) на стороне более длинной ноги. Аналогичные группы мышц на контралатеральной стороне расслаблены. Следует отметить, что симметрия туловища при данном способе компенсации является относительной. За счет одностороннего сокращения мышц позвоночник изгибается в сторону более длинной ноги, что влечет за собой перемещение в эту же сторону массы тела и соответствующее смещение проекции общего центра масс.

Второй способ активной компенсации асимметрии нижних конечностей осуществляется путем сгибательной установки в суставах более длинной ноги. Последняя при стоянии замыкается в тазобедренном и коленном суставах активно, т. е. посредством сокращения соответствующих разгибателей (тогда как в норме данные суставы замыкаются пассивно путем напряжения связочного аппарата). Проекция общего центра масс смещается в сторону укороченной ноги.

Наиболее частым способом компенсации асимметрии нижних конечностей является пассивный, реализуемый за счет бокового наклона таза в сторону укороченной конечности. Данный способ компенсации укорочения ноги является наиболее эргономичным, так как стабилизация тела осуществляется преимущественно пассивным напряжением связочного аппарата. Пельви-трохантерные мышцы со стороны укороченной ноги являются расслабленными, а со стороны удлиненной ноги — пассивно растянутыми. Пельви-торакальные мышцы растянуты со стороны укороченной ноги и расслаблены со стороны удлиненной. Проекция общего центра масс располагается в пределах более нагруженной стопы [9].

На нашем материале пассивный способ компенсации асимметрии нижних конечностей — *Вторая группа* — выявлен у 36 (46,8 %) футболистов. В зависимости от характера компенсации нарушения позвоночно-тазового баланса во фронтальной плоскости спортсмены были разделены на две подгруппы.

В первой подгруппе боковой наклон таза в сторону укороченной ноги компенсировался поясничным сколиозом с дугой искривления в сторону удлиненной ноги — 24 (31,2 %) игрока. Укорочение доминантной ноги (во всех наблюдениях — правой) отмечалось у 14 футболистов.

Удлинение ударной ноги (в 4 случаях — левой) зарегистрировано у 10 спортсменов.

Во второй подгруппе — 12 (15,6 %) футболистов — перекос таза во фронтальной плоскости компенсировался контралатеральным поясничным сколиозом в сочетании с проекционным удлинением укороченной нижней конечности за счет ее наружной ротации. Укорочение доминантной ноги (во всех наблюдениях — правой) отмечено у 7 игроков. Удлинение доминантной ноги (в 4 случаях — левой) зарегистрировано у 5 спортсменов.

Третью группу составили 23 (29,8 %) футболиста с активным способом компенсации асимметрии нижних конечностей путем сгибающейся установки в суставах удлинённой ноги (у 9 — доминантной правой). По мнению S. Romich [16], данный способ компенсации асимметрии нижних конечностей формируется вследствие инстинктивного стремления детей не допустить возникновения асимметрии в положении таза и изгибах позвоночника.

В четвертую группу вошли 15 (19,5 %) спортсменов с нарушениями позвоночно-тазового баланса вследствие функциональных блокад в суставах позвоночника и таза и сопутствующих им миотонических реакций. У этих футболистов отмечалось асимметричное положение таза с одинаковой длиной нижних конечностей (как суммарной, так и по сегментной). В зависимости от характера функциональной блокады игроки были разделены на три подгруппы.

В первой подгруппе (5 футболистов; 6,5 %) выявлено каудальное смещение — флексия — полукольца таза (причем у всех — на стороне доминантной ноги), компенсаторный поясничный сколиоз, а также сгибающаяся установка и наружная ротация бедра на стороне смещения. Миотонические реакции при этом характеризуются укорочением прежде всего внутренней косой мышцы живота, подвздошно-поясничной мышцы и мышцы, натягивающей широкую фасцию, а также торможением прямой мышцы живота, ягодичных мышц и мышц передней поверхности бедра.

Вторую подгруппу составили 3 (3,9 %) спортсмена с экстензионным — краниальным — смещением полукольца таза (у одного игрока — на стороне доминантной ноги), компенсаторным поясничным сколиозом и наружной ротацией нижней конечности на стороне смещения. Экстензия полукольца таза сопровождается тоническим напряжением косой мышцы живота, широчайшей мышцы спины, квадратной мышцы по-

ясницы, а также мышц задней поверхности бедра и снижением тонуса прежде всего прямой мышцы живота и пояснично-подвздошной мышцы.

В третью подгруппу включены 14 (18,2 %) спортсменов с нарушением позвоночно-тазового баланса вследствие скручивания таза. Последнее часто является рефлекторным феноменом, обусловленным спазмом глубоких мышц таза при функциональных блокадах в атлантоокципитальном сочленении [7], а также суставов грудно-поясничного и поясничного-крестцового переходов [12]. Происходит асимметричная нутация и ротация крестца относительно обеих тазовых костей, приводящая к торсии тазового полукольца: в крестцово-подвздошном суставе — в сагиттальной плоскости, в симфизе — во фронтальной плоскости [10]. Таз приобретает форму ступеньки с проекционным укорочением [3] и компенсаторной наружной ротацией ипсилатеральной нижней конечности [7]. Такая ситуация сопровождается тоническим напряжением прежде всего подвздошно-поясничной мышцы, мышц-разгибателей бедра и торможением ягодичных мышц.

Следует отметить, что каких-либо закономерностей изменения ортопедического статуса в зависимости от возраста, спортивного стажа и игровой специализации не выявлено.

У обследованных футболистов выявлены нарушения позвоночно-тазового баланса вследствие асимметрии нижних конечностей и функциональных блокад с изменением тонуса различных мышечных групп. Такая ситуация сопровождается соответствующим смещением проекции общего центра масс [9]. Компенсаторное смещение оси общего центра масс вызывает перераспределение мышечных усилий, необходимых для сохранения равновесия тела, с развитием функционального дисбаланса между соответствующими мышечными группами и изменением двигательного стереотипа.

Нарушение мышечной регуляции внутри двигательного стереотипа происходит с соблюдением определенных закономерностей и проявляется клинически в характерных формах — перекрестных синдромах. Особенности взаимных мышечных связей, с электрофизиологической точки зрения, определяются наличием двух систем поперечно-полосатых мышц — “преимущественно поструральных”, или позиционных, удерживающих туловище в вертикальном положении, и “преимущественно фазических”. Первые склонны к гиперактивности, спазму, укорочению и ги-

пертонии, вторые — к торможению, расслаблению и вялости [14, 15]. Изменение тонуса мышечных групп — мышечный дисбаланс — сопровождается их биомеханической недостаточностью (инсуффициентностью), что особенно проявляется при динамических нагрузках [9].

При физиологических нагрузках мышечная инсуффициентность обычно нивелируется динамическими адаптационными процессами. Однако при спортивных движениях и, в частности, беге, прыжках, ударах по мячу мышечный дисбаланс неизбежно отразится на качестве и скорости выполнения технико-тактических действий в избранном виде спорта.

Качество выполнения спортивных движений зависит от того, в какой степени спортсмену удастся использовать биомеханические свойства своего двигательного аппарата. Сила и скорость движения определяются, в том числе, эффективностью использования упругих сил, а экономичность — эффективностью рекуперации механической энергии и уменьшением диссипативных потерь. Биомеханические свойства мышц являются при этом решающим фактором [2].

Энергия упругой деформации накапливается при растягивании мышц главным образом в процессе подготовительного движения, которое предшествует основному и производится в направлении, противоположном основному (отведение ноги перед нанесением удара). Чем больше вклад такой неметаболической энергии в общую энергию, обеспечивающую основное движение, тем меньше требуется метаболической энергии, тем более экономно выполняется движение. Рекуперация энергии упругой деформации является основной причиной высокой экономичности бега человека (цит. по [2]).

Степень использования энергии упругой деформации зависит от условий выполнения движений, в частности, от времени релаксации мышц и сухожилий. При несовпадении времени движения и времени релаксации мышц, осуществляющих это движение, происходит рассеивание неметаболической энергии, и последующая фаза движения осуществляется лишь за счет метаболической энергии мышечного сокращения [2].

Максимальная сила, которую может развить мышца, зависит от нескольких факторов и, в частности, от длины мышцы в начале сокращения. Максимальная сила развивается при длине, составляющей 120—130 % длины мышцы в покое [13], так как при этом достигается наибольшее перекрытие активных участков актиномио-

зиновых филаментов в саркомере и, соответственно, сила контрактильных компонентов максимальна (цит. по [2]).

Мышечная сила зависит от скорости мышечного сокращения (цит. по [2]) и определяет механическую мощность, развиваемую мышцей в процессе сокращения. Механическая прочность активной мышцы зависит от внешней нагрузки и длины мышцы [15]. Следовательно, длина мышцы определяет ее основные биомеханические характеристики — силу, скорость, мощность и прочность.

Изменение тонуса различных мышечных групп туловища и нижних конечностей (тоническое напряжение одних и заторможенность других) у футболистов различной игровой специализации, выявленное в нашем исследовании, сопровождается изменением длины мышц с изменением их основных биомеханических параметров и, соответственно, нарушением мышечной регуляции. Следствием этого является нарушение мышечной координации при выполнении удара по мячу как в подготовительном движении, так и непосредственно при ударе. Изменяется также максимальная мышечная сила, упругая деформация и время релаксации мышц. Количество неметаболической энергии уменьшается как за счет уменьшения накопления энергии упругой деформации, так и за счет ее рассеивания и, в конечном итоге, нарушаются сила, скорость и эргономичность удара по мячу.

#### Выводы

- У обследованных футболистов выявлены нарушения позвоночно-тазового баланса вследствие асимметрии нижних конечностей и функциональных блокад с изменением тонуса различных мышечных групп. Закономерностей в изменении ортопедического статуса в зависимости от возраста, спортивного стажа и игровой специализации не выявлено.

- При физиологических нагрузках мышечная инсуффициентность обычно нивелируется динамическими адаптационными процессами. Однако при выполнении технико-тактических действий в избранном виде спорта мышечный дисбаланс изменяет силу, скорость и эргономичность спортивных движений.

1. *Биомеханика* спорту / За ред. А.М. Лапутіна. — К.: Олімпійська література, 2001. — 320 с.

2. *Биомеханика* двигательного аппарата человека / В.М. Заціорский, А.С. Аруин, В.Н. Селуянов. — М.: Физкультура и спорт, 1981. — 144 с.

3. Васильева Л.Ф. Мануальная диагностика и терапия (клиническая биомеханика и патомеханика). — СПб.: ИКФ "Фолиант", 1999. — 398 с.

4. *Детская* спортивная медицина / Под ред. С.Б. Тихвинского, С.В. Хрущова. — М.: Медицина, 1980. — 440 с.
5. *Донской Д.Д.* Биомеханика физических упражнений. — М.: Физкультура и спорт, 1958. — 278 с.
6. *Дулібський А.В., Яценко А.Г., Николаєнко В.В.* Спортивний відбір у футболі. — К., 2003. — 136 с.
7. *Левит К.* Мануальная медицина / Пер. с нем. — М.: Медицина, 1993. — 468 с.
8. *Маркс В.О.* Ортопедическая диагностика. — Минск: Наука и техника, 1978. — 512 с.
9. *Николаев Л.П.* Руководство по биомеханике в применении к ортопедии и травматологии и протезированию: В 2 ч. — К., 1947. — Ч. 1. — 308 с.
10. *Cramer A.* Funktionelle Merkmale der Wirbelsaulenstatik // *Wirbelsaule in Forsch. U. Praxis.* — 1958. — Bd. 5. — S. 84—93.
11. *Duval-Beaupere G., Schmidt C., Cossom P.* A barycentremetric study of the sagittal shape of spine and pelvis: The conditions required for an economic standing position // *Ann. Biomed. Eng.* — 1992. — **20**. — P. 451—262.
12. *Greenman P.E.* Innominate shear dysfunction in the sacroiliac syndrome // *Man. Med.* — 1985. — 2. — P. 144—121.
13. *Haxtion H.A.* Absolute muscle force in the ankle flexors in man // *J. Physiol.* — 1944. — **103**. — P. 263—274.
14. *Janda V., Lewit K.* The concept of postural muscles and posture in man // *Austr. J. Physiotherapy.* — 1983. — **29**. — P. 83—84.
15. *Reid J.G., Costigan P.A.* Trunk muscle balance and muscle force // *Spine.* — 1987. — **12**, 8. — P. 781—786.
16. *Romich S.* Uber Asymetrien des menschlichen Körpers und ihre Bedeutung der Orthopadie // *Zeitschr. f. orthopad. Chirurgie.* — 1928. — Bd. XLIX, H. 1. — S. 13—25.

Надійшла 12.04.2005 р.