

111±14.8±3.39 ед. В контрольной группе его величина равнялась 113±13.4±3.08 ед. Однако перед началом эксперимента картина была совсем иной: всего 102±14.3±3.29 ед. в экспериментальной группе и 111±10.9±2.49 ед. в контрольной. В этом случае различие между группами было статистически значимым при  $p < 0.05$  (по критерию t-Стьюдента).

Аналогична картина и по показателям вербального и невербального КИ.

Надо полагать, что активная двигательная деятельность и занятия плаванием вносят существенные коррекции в интеллектуальное развитие дошкольников. Перед началом эксперимента, когда детям было 4 года, КИ был взаимосвязан с возрастом. Коэффициент корреляции между этими показателями равнялся 0.676 ( $p < 0.0001$ ). По окончании эксперимента корреляции с возрастом уже не наблюдалось.

### Заключение

Таким образом, режим повышенной двигательной активности с включением в физическое воспитание плавания, как показало проведенное экспериментальное исследование, способствует физическому и интеллектуальному развитию дошкольников. Повышенный уровень адаптивности привел, в свою очередь, к снижению среди наблюдаемых детей числа простудных заболеваний. Известно, что простудные заболевания - одна из самых распространенных групп детских заболеваний. Плавание - прекрасное закаливающее средство. Простудные заболевания - одна из главных причин пропуска занятий в детском саду и в школе. Пропуски занятий, в свою очередь, снижают эффективность процессов обучения и воспитания.

Апробированная форма физического воспитания при наличии соответствующих условий может быть использована в детском саду.

### Литература

1. Антропова М.В., Кольцова М.М. Морфофизиологические критерии "школьной зрелости" // Вестн. АМН СССР. 1979. № 10.
2. Хрипкова А.Г., Антропова М.В., Фарбер Д.А. Возрастная физиология и школьная гигиена: Пос. для студ-в пед. ин-тов. М.: Просвещение, 1990.
3. Измерение интеллекта детей. Ч.1, II / Под ред. Ю.З. Гильбуха. Киев, 1992.
4. Матаев С.И., Прокопьев Н.Я., Лесь Ю.И. и др. Врачебный контроль и фармакотерапия в физкультуре и спорте, механизмы регуляции функциональных систем. М., 2000.
5. Плавание: Учебн. для ин-тов физич. культ. / Под общ. ред. Н.Ж. Булгаковой. М.: ФиС, 1979.
6. Никитюк Б.А. Адаптация, конституция и моторика // Теор. и практ. физич. культ. 1990. № 1. С. 4-10.
7. Бутович Н.Н. Плавание. М.: ФиС, 1962.
8. Туревский И.М., Филин В.П., Кофман Л.Б. Зигзаги ловкости. Тула: Приокское кн. изд-во, 1993.
9. Чернух А.М., Александров П.Н., Алексеев О.В. Микроциркуляция. Изд. 2-е, перераб. и дополн. М.: Медицина, 1984.
10. Дембо Э.Г., Земцовский Э.В. Спортивная кардиология. Л.: Медицина, 1989.
11. Козупица Г.С., Ширковец Е.А., Кулиненко О.С., Ратис Е.В. Модель прогнозирования перспективности пловца по результатам исследования морфофункционального состояния сердца // Плавание: информационно-методический сборник № 6. М., 2000. С. 31-35.

**Е. Н. Квасовец, А. В. Муравьев**

### Применение биомеханического подхода при анализе статических и парастатических движений в гимнастике

Техническая подготовка спортсмена - гимнаста немыслима без анализа выполнения упражнений и двигательных действий. Наиболее эффективным является *биомеханический анализ* [6]. Биомеханика изучает механические проявления в движениях человека и является биологической наукой с педагогической направленностью [3]. В основе анализа движений лежат понятия и законы биомеханики, овладение которыми можно успешно изучать любое движение.

Биомеханика служит связующим звеном между теорией и практикой физического воспитания, спорта и массовой физической культуры. Опираясь на знание биомеханики, спортивному педагогу легче обучать спортивной

технике. Специалист по физическому воспитанию должен уметь «мысленно увидеть» движение, если зарегистрированы его характеристики (положения, позы, траектории, скорости, ускорения, силы и др.).

Процедура анализа двигательной деятельности (биомеханический анализ), по мнению В.Л. Уткина [8], состоит из следующих этапов:

1. Изучение внешней картины движения. Этот этап может включать регистрацию кинематических характеристик движения (положения тела, позу, траектории движения тела или отдельных биозвеньев, перемещение и др.).
2. Изучение картины действующих сил как причин, вызывающих движение. Поскольку силы недоступны визуальному контролю, для выявления их действия необходимо регистрировать динамические характеристики.
3. Определение топографии работающих мышц. Движения человека в существенной мере определяются биомеханикой его скелетных мышц [5]. Содержание этого раздела анализа включает изучение тех мышц, которые участвуют в данном двигательном действии. На основе этих результатов анализа можно подобрать необходимые упражнения для развития мышечных групп, обеспечивающих движение рабочих биозвеньев.

В гимнастике, в зависимости от того, какая часть всей мышечной массы тела задействована, различают: *глобальную* мышечную работу (более 2/3 всей мышечной массы тела), *регионарную* (от 1/3 до 2/3) и *локальную* (менее 1/3). Точное представление о вовлечении тех или иных мышц в гимнастическое упражнение можно получить при регистрации электрической активности мышц (ЭМГ) (Р.С. Персон, 1969).

4. Определение характера управления движениями. Управление как изменения состояния системы, направленные на достижение цели. Оно состоит либо в заданном заранее конечном состоянии (подъем из вися в упор), либо в обеспечении заданной линии поведения (исполнение гимнастической комбинации). В переменных условиях нередко цель уточняется по ходу действия и в зависимости от ситуации.

Большой объем разнообразных двигательных действий включает спортивная гимнастика [9]. Поэтому в данной спортивной дисциплине потребность в осуществлении биомеханического анализа движений очень велика [6].

Значительная часть гимнастических упражнений относится к *статическим* и *парастатическим* двигательным действиям [9]. Ведущей задачей в движениях данного типа является управление позой тела [3]. Это достигается статической формой работы мышц, при которой моменты внешних сил уравниваются моментами сил тяги мышц (рис. 1).

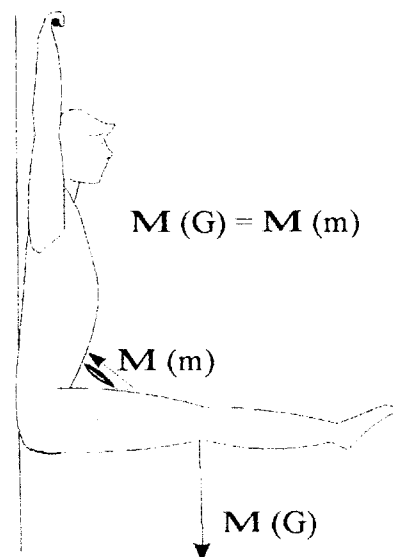


Рис. 1. Сохранение позы при равенстве моментов внешней силы ( $M(G)$ ) и момента мышечных тяг

Регуляция изометрического напряжения мышц – весьма сложная задача, особенно в тех случаях, когда требуется высокая точность занимаемых положений и переменные усилия, проявляемые мышцами. Развитая у гимнастов способность тонко дифференцировать изменения взаимного расположения биозвеньев позволяет корректировать позу тела в целом. Если при сохранении ее главная двигательная задача заключается в сохранении взаимного расположения двух - трех звеньев тела, расположение других может быть вариативным.

По мере совершенствования двигательных действий гимнаст овладевает способностью компенсаторно изменять одни суставные углы биозвеньев тела при изменениях других. Это составляет суть управления позой тела.

Физиологической основой этого управления, то есть контролем за положением биозвеньев относительно друг друга, являются сухожильные рефлексы. Рецепторная часть этих рефлексов представляет собой *сухожильные рецепторы Гольджи*, образованные разветвленными отростками афферентных нейронов 1b (рис. 2), которые оканчиваются в сухожилиях скелетных мышц [4, 10].

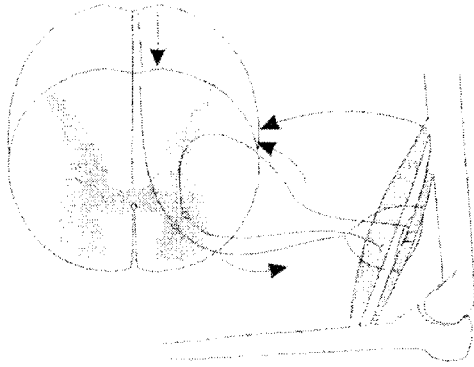


Рис. 2. Две петли обратной связи с мышц к сегменту спинного мозга (с интрафузальных волокон и с сухожильных рецепторов Гольджи)

Поскольку сухожильные рецепторы Гольджи соединены с мышечными волокнами последовательно (а не параллельно, как мышечные веретена), они чувствительны к напряжению мышцы, а не к изменению ее длины. Интрафузальные волокна мышцы и сухожильные рецепторные клетки несут сенсорную информацию о степени напряжения мышцы и изменении ее длины. Однако более детальную информацию о положении звена в суставе дают механорецепторы сочлененных поверхностей [12]; поступающая от них информация и определяет положение звена или всей биомеханической цепи (например, руки или ноги).

Регуляция позы в гимнастике включает:

Регуляцию суставных углов;

Целевую регуляцию позы.

Для решения этих двигательных задач могут включаться как автоматические тонические регуляции, так и осознаваемые коррекции угла по его «установочной» величине, предварительно запрограммированной в двигательной зоне коры больших полушарий как «замысел» движения [4].

Сохранение суставных углов неизменными в условиях непрерывных изменений внешних и внутренних суставных моментов

вообще типично для спортивной гимнастики, например, при сохранении динамической осанки (рис. 3). При неизменных или медленно изменяющихся нагрузках на суставы углы в них сохраняются неизменными благодаря механизмам тонических рефлексов [2].

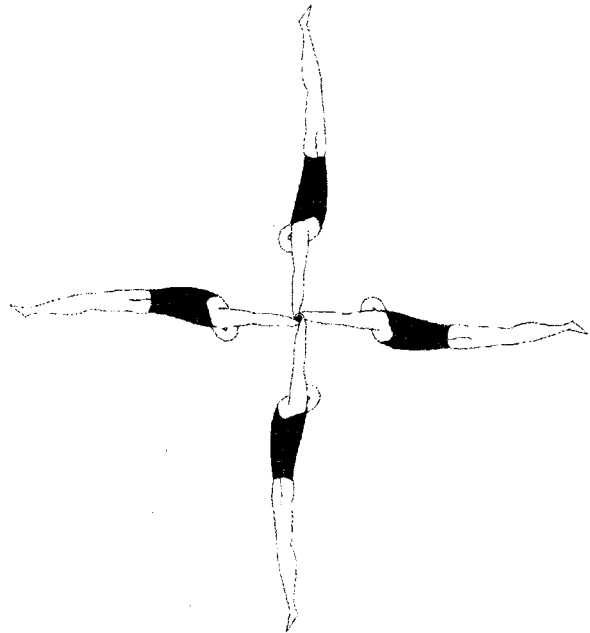


Рис. 3. Сохранение позы при выполнении большого оборота на перекладине

При выполнении движений парастатического характера (медленные опускания, «выжимные» стойки и др.) часть звеньев динамической цепи тела работает в статическом режиме, поэтому к ним относится все то, что было выше сказано о статических позах и положениях.

Медленные силовые движения в гимнастике могут быть уступающими и преодолевающими. В последнем случае предельная сила будет меньше, чем в уступающем режиме [3]. Следовательно, парастатическое суставное движение в уступающем режиме намного легче выполнить, чем противоположно направленное преодолевающее (хотя работают одни и те же мышцы). При этом чем медленнее уступающее движение, тем труднее выполнить его при той же самой нагрузке; чем медленнее преодолевающее движение, тем легче.

Различия парастатической формы выполнения гимнастического упражнения от чисто статической заключаются в том, что во время

движения могут вовлекаться в работу разные мышцы и изменяться плечи силы тяги мышц [1, 11]. Если движения происходят сразу в нескольких суставах, то длина некоторых двусуставных мышц может меняться довольно быстро, несмотря на то, что скорость изменения суставного угла в целом невелика. Удлинение мышц мало влияет на ее предельное напряжение. В случае же укорочения мышцы состояние ее может приблизиться к ретракции (такое укорочение, при котором она уже не может развить силу тяги), в связи с этим другим мышцам приходится компенсировать это ее состояние.

При уступающих движениях гимнаст может подбором скоростей суставных движений поддерживать соответствие своих силовых возможностей *силовому запросу* упражнения. Для решения этой задачи требуется увеличение силовых возможностей спортсмена. При этом он может развивать ту же силу в заданных уступающих движениях, выполняемых с меньшей скоростью, либо в преодолевающих условиях, выполняемых с большей скоростью.

Гимнаст часто может управлять величиной момента сопротивления ( $M = Fd$ , где  $M$  - момент силы;  $F$  - сила, в  $d$  - ее плечо), уменьшая плечо действующей внешней силы (чаще всего силы тяжести), например, выходя в стойку не с прямыми, а с согнутыми руками.

Таким образом, способность выполнять двигательное действие в гимнастике – это, *во-первых*, способность достаточно хорошо программировать его кинематику (рисунок движения) и реализовать динамику (оптимальное приложение сил и их моментов) и, *во-вторых*, на их основе обеспечивать соответствующую активность мышц тела как основных эффекторов, исполнителей той модели движения, которая сформирована в мозговых, корковых структурах.

## Литература

1. Аруни А.С., Зациорский В.М. Биомеханические свойства мышц и сухожилий. М.: ГЦОЛИФК, 1981. 44с.
2. Голомазов С.В., Зациорский В.М. Точность двигательных действий. М.: ГЦОЛИФК, 1979. 44с.
3. Донской Д.Д., Зациорский В.М. Биомеханика. М.: ФиС, 1979. 264с.
4. Дудул Дж., Рюегг И., Шмидт Р., Яниг В. Физиология человека. М.: Мир, 1985. Т. 1. 272с.
5. Зациорский В.М., Аруни А.С., Селуянов В.Н. Биомеханика двигательного аппарата человека. М.: ФиС, 1981. 143 с.
6. Коренберг В.Б. Основы качественного биомеханического анализа. М.: ФиС, 1979. 208с.
7. Персон Р.С. Электромиография в исследованиях человека. М., 1969. С. 137.
8. Уткин В.Л. Биомеханика физических упражнений. М.: Просвещение, 1989. 210 с.
9. Украин М.Л. Спортивная гимнастика. М.: ФиС, 1976. 256 с.
10. Эккерт Р., Рэнделл Д., Огастин Дж. Физиология животных. Механизмы и адаптация. М.: Мир, 1991. 424 с.
11. Alexander R. McN., Goldspink G. Mechanics and Energetic of Animal Locomotion. London: Chapman and Hall, 1977. 286 p.
12. Barnes W., Gladden M. Feedback and Motor Control in Invertebrates and Vertebrates. London: Croom Helm, 1985, 238 p.