

КОРРЕЛЯЦИОННЫЙ АНАЛИЗ ДИНАМИКИ ИЗМЕНЕНИЙ МЫШЕЧНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ПРИ ФИЗИЧЕСКИХ НАГРУЗКАХ

*Петрасик Л. А., Радомский политехнический университет,
Симферопольский государственный университет*

Одно из фундаментальных положений биологии характеризует корреляционные взаимосвязи между функциями и структурами организма как общую закономерность живых систем разной степени сложности. Еще в работах Ж.Б.Ламарка [1] нашла свое выражение идея взаимосвязи, существующей между органами и их деятельностью. Дальнейшее развитие биологии и, особенно, эволюционной биологии характеризовалось признанием исключительной роли корреляционных взаимосвязей в жизнедеятельности организмов и прогрессивном развитии жизни [2]. Выяснение того, что «более тесная связь между морфогенетическими процессами становится в процессе эволюции условием для нормального течения всего онтогенеза»¹, казалось бы, должно было стать ведущим положением в целом комплексе наук, изучающих организм человека в условиях нормы и патологии. К сожалению, это не произошло, и идея корреляционных взаимосвязей, разработанная в биологии, не получила должного развития даже в физиологии человека и, особенно, там, где учение о корреляциях могло бы прояснить многие процессы жизнедеятельности организма – в физиологии мышечной деятельности, труда и спорта. Если учесть, что во всех этих разделах физиологии основным механизмом функциональных изменений являются моторно-висцеральные рефлексы, отражающие причинно-следственные отношения между двигательной деятельностью и многообразными изменениями функций, т.е., по существу, корреляционные взаимосвязи организма, то такой подход представляется не только оправданным, но и перспективным.

Задачей наших исследований было изучение корреляционных взаимосвязей реализующихся «внутри» самой основы мышечной деятельности человека – двигательного акта – в процессе утомления. Мы стремились нашими исследованиями ответить на вопрос: существуют ли в самой двигательной активности человека взаимосвязи между отдельными ее параметрами? Иначе говоря, представляет ли собой мышечная деятельность определенную функциональную систему, или же быть может, являясь фактором своеобразной дестабилизации функций, она представляет собой влияние, лишь нарушающее гомеостаз и, вследствие этого, не является определенной системой взаимосвязанных функций? Последнее предположение является вполне возможным, если учесть, что физическая нагрузка, особенно интенсивная, представляет собой «значительное физико-химическое потрясение в организме» [3], в процессе которого многие параметры состояния мышц и внутренней среды существенно и по-разному отклоняются от состояния гомеостаза, а некоторые, – например, частота сердечных сокращений и показатели газообмена – даже «зашкаливают», проявляясь в нарушении соответствия между величиной и длительностью восстановления реакции сердца [4-6] и формировании кислородного долга [7].

¹ И.И.Шмальгаузен. Пути и закономерности эволюционного процесса. Избранные труды. М.: Наука, 1983. - С. 52.

Мышечная деятельность в процессе выполнения физических нагрузок регистрировалась при помощи кистевого эргографа конструкции И.В.Муравова и сотр. [8]. Изучались следующие показатели, характеризующие динамику изменений двигательной функции: общая величина произведенной работы (в кгм), выраженность (в процентах от исходной величины эргографических сокращений) и длительность (в секундах работы) периода вработывания, относительная длительность периода стабильной работоспособности по отношению ко всему периоду работы в процентах, сопротивляемость утомлению (в процентах отношения величины последних сокращений эргографической кривой к величине наибольших сокращений) и восстанавливающее действие отдыха, оцениваемое соотношением работы, выполненной после одностороннего перерыва к исходной работе, выполнявшейся до утомления, в процентах. Показатели двигательной функции регистрировались в первой из эргографических кривых. Использовалась работа в трех вариантах интенсивности нагрузок: малой, средней и большой интенсивности. Дозировка интенсивности нагрузок производилась по соотношению величины поднимаемого груза к показателю динамометрии работающей руки; при малой интенсивности величина груза составляла 1/12, при средней – 1/8 и при большой – 1/6 показателя динамометрии. Исследования проведены на 18 практически здоровых и нетренированных мужчинах в возрасте 20-24 лет.

Таблица 1

Основные параметры мышечной работоспособности при выполнении физических нагрузок разной интенсивности, $M \pm m$

Интенсивность работы	Величина работы, кгм	Вработывание		Период стабильной работы, %	Сопротивляемость утомлению, %	Восстанавливающее действие отдыха, %	
		выраженность, %	длительность, с				
Малая (А)	84,5 ± 4,2	9,2 ± 0,8	4,1 ± 0,3	84,2 ± 9,3	60,8 ± 5,4	42,7 ± 1,3	
Средняя (В)	106,3 ± 5,3	12,7 ± 1,0	6,3 ± 0,5	56,7 ± 6,4	45,2 ± 4,1	51,0 ± 1,7	
Большая (С)	96,4 ± 4,8	16,0 ± 1,5	6,0 ± 0,7	28,3 ± 3,7	32,7 ± 4,0	48,3 ± 1,9	
Достоверность различий, t и p , между	А и В	3,22 < 0,01	2,73 < 0,025	3,77 < 0,005	2,44 < 0,05	2,30 < 0,05	3,88 < 0,005
	А и С	1,87 > 0,05	4,00 < 0,001	2,49 < 0,01	5,58 < 0,001	4,18 < 0,001	2,43 < 0,05
	В и С	1,38 > 0,1	1,83 > 0,05	0,34 > 0,5	3,84 < 0,005	2,18 < 0,05	1,06 > 0,3

Результаты проведенных исследований обнаружили существенные отличия в основных параметрах, характеризующих мышечную работоспособность, при разной интенсивности утомительной деятельности (табл. 1). Как видно из приведенной таблицы, далеко не все показатели мышечной работоспособности при увеличении интенсивности нагрузок изменяются однозначно. Так, величина выполняемой рабо-

ты, длительность вработывания и восстанавливающее действие отдыха оказываются наибольшими при средней интенсивности нагрузок; выраженность вработывания возрастает, тогда как относительная продолжительность стабильной работы и сопротивляемость утомлению снижаются с увеличением интенсивности нагрузок. В отличие от этого показатели линейной корреляции между всеми параметрами мышечной деятельности обнаруживают гораздо более закономерные соотношения – все они при увеличении интенсивности физической нагрузки изменяются однонаправленно (табл. 2).

Таблица 2

Коэффициенты линейной корреляции, характеризующие взаимосвязи между различными показателями мышечной деятельности при различной интенсивности физической нагрузки, r

Показатели мышечной работоспособности		Интенсивность нагрузки	Показатели мышечной работоспособности				
			Вработывание		Период стабильной работы	Сопротивляемость утомлению	Восстанавливающее действие отдыха
			выраженность	длительность			
Величина работы		малая	0,48	0,63	0,74	0,34	- 0,16
		средняя	0,34	0,52	0,54	- 0,11	- 0,35
		большая	0,20	0,33	0,31	- 0,25	- 0,62
Вработывание	Выраженность	малая	–	0,17	0,25	0,37	0,21
		средняя	–	0,43	0,38	0,48	0,43
		большая	–	0,57	0,73	0,54	0,62
	Длительность	малая	–	–	- 0,27	0,47	0,18
		средняя	–	–	0,15	0,35	0,37
		большая	–	–	0,46	0,14	0,44
Период стабильной работы		малая	–	–	–	0,23	0,21
		средняя	–	–	–	0,58	- 0,36
		большая	–	–	–	0,84	- 0,47
Сопротивляемость утомлению		малая	–	–	–	–	0,42
		средняя	–	–	–	–	0,28
		большая	–	–	–	–	- 0,15

Результаты корреляционного анализа свидетельствуют о том, что мышечная деятельность любой интенсивности представляет собой функциональную систему, объединяющую качественные особенности двигательной функции человека. Эти особенности не являются независимыми друг от друга, а, напротив, находятся в определенной взаимосвязи. Изменения интенсивности физической нагрузки сопровождаются определенными, закономерно развивающимися изменениями элементов функциональной системы. Таким образом, интенсивность нагрузки является не только фактором, который определяет скорость развития утомления и величину выполняемой при этом работы, как это было известно ранее [5, 7, 9, 10], но и фактором, координирующим внутреннюю структуру двигательной деятельности. Опреде-

ляя характер функциональной взаимосвязи элементов этой деятельности, интенсивность физической нагрузки, как видно из результатов наших исследований, оптимизирует мышечную деятельность человека, подчиняя все элементы ее выполнению определенной двигательной задачи. Если учесть, что выполнение мышечной деятельности при разной интенсивности нагрузок обеспечивается сложным соотношением различных энергетических ресурсов, которые в свою очередь определенным образом сопряжены между собой [4, 11-14], то становится ясно, что функциональная система двигательной функции представляет собой комплекс скоррелированных двигательных, химических и энергетических свойств.

Отсюда следует, что, изменяя интенсивность физических нагрузок, представляется возможным направленно влиять не только на функциональные свойства мышц, но и на их энергетику и гистохимические особенности.

Наши наблюдения также указывают на то, что описанные выше функциональные корреляции отмечаются лишь в таких условиях, при которых нагрузки выполняются в меру возможностей человека, т.е. не являются запредельными, выполняемыми «через силу». В последнем случае имеет место, как свидетельствуют наши исследования, дезинтеграция тех функциональных проявлений мышечной деятельности, которые при посильных нагрузках разной интенсивности оставались тесно взаимосвязанными. Есть основания предполагать, что дезинтеграция вегетативных функций организма при перенапряжении и перетренировке [15], равно как и развитие при этом патологических процессов в организме, способных, несмотря на достижение высокой мышечной работоспособности, сокращать жизнь [16] имеют в своей основе первичную дезинтеграцию двигательной функции.

Результаты проведенных нами исследований свидетельствуют о перспективности использования корреляционного анализа как метода, способного выявить существенные взаимосвязи в сложных биологических объектах. Особое значение корреляционный анализ приобретает в изучении оздоровительных влияний. Современное понимание здоровья, в котором важнейшую роль играют процессы интеграции взаимосвязанных функций и структур [17-19], определяет исключительные возможности корреляционного анализа в изучении любых форм жизнедеятельности человека, так как каждая из них, а особенно, мышечная деятельность, непосредственно связана со здоровьем, его расходом и восстановлением.

Литература

1. Lamarck J.B. Philosophie Zoologique. Paris, 1809.
2. Шмальгаузен И.И. Организм как целое в индивидуальном и историческом развитии. М.-Л.: Изд-во АН СССР, 1938. - 144 с.
3. Орбели Л.А. Предисловие к книге Ф.А.Бейнбридж «Физиология мышечной деятельности». М.-Л.: Биомедгиз, 1935. - С.5.
4. Яковлев Н.Н. Биохимия спорта. - М.: Физкультура и спорт, 1974. - 228 с.
5. Hollmann W., Hettinger T. Sportmedizin Arbeits- und Trainingsgrundlagen. - Stuttgart-New York. - 1980. - 773 s.
6. Карпман В.Л., Любина Б.Г. Динамика кровообращения у спортсменов. М.: Физкультура и спорт, 1982. - 135 с.

7. Astrand P.-O., Rodahl K. Textbook of work physiology: Physiological bases of exercise. - New York: St. Louis: McGraw-Hill. - 1977. - 682.
8. Муравов И.В., Сукачев Н.С., Романенко Д.И. К методике эргографии // Физиол. журнал СССР. - 1957. - 43, 12. - С. 1202-1204.
9. Зимкин Н.В. Формирование двигательного акта // Физиология мышечной деятельности. труда и спорта: Руководство по физиологии. - Л.: Наука, 1969. - С. 164-185.
10. Зимкин Н.В. Физиологическая характеристика особенностей адаптации двигательного аппарата к разным видам деятельности // IV Всесоюзный симпозиум по физиологическим проблемам адаптации (Таллин, 1984). - Тарту: Минвуз СССР, 1984. - С. 73-76.
11. Barnard R.J., Edgerton V.R., Peter J.B. Effect of exercise on skeletal muscle. I. Biochemical and histochemical properties // J.Appl. Physiol. - 1970. - V. 28, № 6. - P. 762-766.
12. Howald H. Auswirkungen sportlicher aktivität auf deu stoffwechsel // Schweiz. Med. Wschr. - 1974. - Bd. 104. - S. 1535-1536.
13. Jansson E., Kaiser L. Muscle adaptation to extreme endurance training in man // Acta physiol. Scand. - 1977. - V. 100. - P. 315-324.
14. Kinderman W., Simen G., Keul J. The significance of the aerobic-anaerobic transition for the determination of work load intensities during endurance training // Europ. J. Appl. Physiol. - 1979. - V. 42. - P. 25.
15. Душанин С.А. Системная и межсистемная дезинтеграция при перетренированности // Спортивная медицина и управление тренировочным процессом. - М.: Медицина. 1978. - С. 212.
16. Муравов И.В. Физическая культура и компенсаторно-приспособительные реакции при старении // Теория и практика физ. культуры. - 1964. - № 3. - С. 57-63.
17. Булич Э.Г., Муравов И.В., Муравов О.И., Таха А.Г. Новая концепция здоровья: биологическая организация функций и их энергетическое обеспечение // Здоров'я і освіта: I Всеукраїнська науково-практична конференція. Частина I. Львів, 1993. - С. 44-48.
18. Антомонов Ю.Г., Котова А.Б. Здоровье. Система определений. // Научная конференция «Здоровье человека: технология формирования здравостроителя в системах образования и здравоохранения Украины»: Сборник научных трудов. Вып. 2. Днепропетровск, 1995. - С. 3-4.
19. Антомонов Ю.Г., Котова А.Б., Пустовойт О.Г. Здоровье. Система оценок. // Научная конференция «Здоровье человека: технология формирования здравостроителя в системах образования и здравоохранения Украины»: Сборник научных трудов. Вып. 2. Днепропетровск, 1995. - С. 5-6.