

Влияние физической нагрузки «до отказа» на умственную работоспособность студентов с разным уровнем двигательной активности

Оптимизация учебно-трудовой деятельности студентов-медиков, ускорение и интенсификация обучения наряду с улучшением его качества требуют глубокого изучения физиологических механизмов оптимизирующего влияния. Знание физиологических механизмов преобразования информации и способов повышения умственной работоспособности (УР), без которых невозможно рационально и эффективно строить учебный процесс, целенаправленно корректировать и управлять им, позволит прогнозировать потенциальные возможности усвоения и переработки необходимой для запоминания и практического применения информации в будущей профессиональной деятельности студентов.

К умственному труду студента принято относить работу, требующую преимущественного напряжения сенсорного аппарата (внимания, памяти, мышления) и психо-эмоциональной сферы. Умственный труд часто сопровождается стрессорными ситуациями [2, 6—9, 11], реакция на которые существенно зависит от двигательной активности и работоспособности индивидуума [1, 10, 12].

Учитывая актуальность проблемы и недостаточно глубокую изученность УР студентов, нами предпринято исследование, целью которого явилось изучение влияния физической нагрузки «до отказа» и уровня двигательной активности на УР студентов в разные периоды учебного года, а также разработка рекомендаций по ее повышению.

Методика

Обследовано 160 практически здоровых студентов I—II курсов Львовского мединститута в возрасте 18—24 лет (99 мужчин, 70 женщин), которые входили в состав академических групп всех факультетов, занимающихся физвоспитанием по программе общефизической подготовки. Выбор студентов из академических групп был случайным, поэтому выборку можно считать репрезентативной, а ее показатели могут отражать состояние общего контингента студентов медицинского института. Обследование проводили в начале учебного года и в период зимней экзаменационной сессии. Студенты приходили на обследование, начиная с 15 до 18 ч после учебы, через 1,0—1,5 ч после обеда и 10-минутного отдыха в положении лежа на кушетке. У испытуемых изучали уровень физической работоспособности (ФР) по тесту PWC₁₇₀ [4, 13]. Студентам была предложена разработанная нами велоэргометрическая физическая нагрузка (ФН) [5] ступенчато нарастающей мощности (0,45 Вт/кг, через каждые 3 мин, 60 мин⁻¹). Из большого фонда тестов для изучения, количественной и качественной оценки УР мы остановились на наиболее объективных, стабильных, корректных и широко используемых в комплексных исследованиях умственной деятельности, связанной с анализом таблиц, состоящих из колец Ландольта.

С помощью таких тестов мы определяли скорость переработки зрительной информации (СПЗИ), коэффициент точности (КТ), а с помощью предложенного нами расчета [6] — время анализа одного знака (ВАОЗ) — бита информации. Для этого мы использовали формулу $ВАОЗ = (20 \text{ бит/СПЗИ, бит/с}) \cdot 10^{-3} \text{ с}$, где 20 — постоянное число знаков (битов информации).

Задание с кольцами Ландольта студент выполнял без остановки до нагрузки, в конце каждой ступени нагрузки, сразу после «отказа» от работы и через 5 и 10 мин после отказа.

Результаты и их обсуждение

По результатам определения у студентов ФР до пульса 170 уд/мин (FR_{170}) при шаге физической нагрузки $3 \text{ кгм} \cdot \text{мин}^{-1} \cdot \text{кг}^{-1}$ в начале учебного года (осенний период обучения — ОПО) все студенты были разделены на следующие четыре основных группы:

1-я группа — студенты с низкой ФР

2-я группа — студенты со средней ФР

3-я группа — студенты с высокой ФР

4-я группа — студенты с более высокой ФР (спортсмены)

В ОПО студенты-мужчины были представлены всеми четырьмя группами, а женщины — 1-й, 2-й и 3-й. По результатам определения FR_{170} в период зимней экзаменационной сессии (зимний период обучения — ЗПО) студенты-мужчины были представлены 2-й и 4-й группами, женщины — 1-й и 3-й.

Как видно из таблицы, СПЗИ во всех группах в ОПО была в средних, характерных для здоровых испытуемых, пределах. Причем у мужчин 4-й группы и женщин 2-й группы СПЗИ была достоверно выше ($P < 0,05$), чем в группах испытуемых с наиболее низкой ФР. Эти результаты отчетливо свидетельствуют о том, что повышение ФР сопровождается увеличением СПЗИ. Для всех семи групп (четырех мужских и трех женских) мы рассчитали коэффициенты корреляции (КК) между FR_{170} и СПЗИ: $КК = 0,50$. Значит, чем выше ФР, тем выше СПЗИ. Это важный аргумент в пользу повышения ФР у студентов-мужчин до уровня $16-17 \text{ кгм} \cdot \text{мин}^{-1} \cdot \text{кг}^{-1}$. Сразу после «отказа» от работы в ОПО в шести группах из семи отмечено уменьшение СПЗИ. При крайнем физическом утомлении наблюдается ускорение выполнения умственных операций, связанных с анализом и переработкой информации, у студентов большинства групп, независимо от значений этих показателей до теста. Через 5 мин после теста в ОПО у студентов всех групп, кроме 3-й, СПЗИ увеличивалась. Особенно это заметно в группах женщин и в 4-й группе студентов-мужчин ($P < 0,05$).

ВАОЗ до нагрузки у мужчин в ОПО составляло 283–300 мс, и только у студентов-спортсменов 4-й группы — было достоверно ($P < 0,05$) ниже. ВАОЗ у женщин всех групп в ОПО было близким, что указывает на их достаточную функциональную однородность, несмотря на достоверные различия уровня $FR_{170/\text{кг}}$. Через 5 мин после отказа в тесте, проведенном в ОПО, у студентов всех групп сохранилось уменьшение ВАОЗ, которое составляло от 7 до 50 мс у мужчин и от 22 до 45 мс у женщин. Это указывает на ускорение анализа информации в ЦНС.

Через 10 мин после отказа в шести из семи групп продолжалось уменьшение ВАОЗ, кроме 4-й группы. Наиболее отчетливо прогрессирующее оптимизирующее влияние ФН проявилось в группах женщин.

Расчет с учетом пропущенных знаков показывает, что СПЗИ ведет себя по-разному: в 1-й и 2-й группах мужчин СПЗИ понизилась, в 3-й группе, у студентов с более высокой FR_{170} , СПЗИ увеличилась, а в 4-й группе, с самой высокой ФР, — несколько понизилась (см. таблицу). Во всех группах женщины СПЗИ достоверно выше исходных значений ($P < 0,05$). Приведенные результаты отчетливо указывают на оптимизирующее влияние ФН «до отказа» на СПЗИ и ВАОЗ.

КТ у студентов 1-й группы после «отказа» в ОПО понижается, а затем восстанавливается. В 3-й группе — существенно не изменяется, а в 4-й группе — после «отказа» достоверно ($P < 0,05$) увеличивается. Эти результаты указывают на возрастающую оптимизирующую роль исходного уровня ФР в реализации такого важного показателя, как точность выполнения умственных операций при переработке информации. В 1-й группе женщин КТ значительно понизился после «отказа»

Показатель УР	Осенний период			
	Мужчины			
	с низкой ФР (1-я группа)	со средней ФР (2-я группа)	с высокой ФР (3-я группа)	с ФР спортсменов (4-я группа)
Скорость переработки зрительной информации, бит/с:				
до физической нагрузки	3,08±0,17	3,38±0,11	3,36±0,25	3,79±0,10**
сразу после «отказа» от нагрузки	3,38±0,16	3,13±0,28	3,43±1,18	3,86±0,22**
на 5-й минуте восстановления	3,59±0,17	3,65±0,10	3,33±0,18	4,25±0,29*
на 10-й минуте восстановления	3,48±0,21	3,48±0,18	3,68±0,16	4,12±0,21*
Время анализа одного знака, мс:				
до физической нагрузки	297,91±15,78	283,20±23,11	300,60±15,11	249,00±9,35*
сразу после «отказа» от нагрузки	259,01±7,28	278,75±20,64	293,08±22,35	258,80±11,38
на 5-й минуте восстановления	247,46±91,12	248,54±11,45	294,10±19,14	235,08±19,85
на 10-й минуте восстановления	240,99±10,58	246,67±11,45	264,60±12,38	247,40±15,13
Коэффициент точности, 1:				
до физической нагрузки	0,83±0,05	0,88±0,07	0,92±0,07	0,72±0,05
сразу посл «отказа» от нагрузки	0,77±0,03	0,84±0,05	0,93±0,04	0,92±0,02*
на 5-й минуте восстановления	0,69±0,04	0,81±0,03	0,90±0,07	0,87±0,05
на 10-й минуте восстановления	0,83±0,07	0,81±0,04	0,84±0,03	0,88±0,02

* $P < 0,05$ — между этапами исследований; ** $P < 0,05$ — между исследуемыми группами.

от работы и сохранился на таком же низком уровне на 5-й и 10-й минутах восстановления (см. таблицу). Во 2-й и 3-й группах женщин КТ был выше и после «отказа» от работы, далее повышался на 5-й минуте восстановления. К 10-й минуте КТ в обеих группах восстановился до исходных значений. Динамика этих показателей указывает на неоднородное влияние физического утомления на разные показатели умственной работоспособности: количественные показатели ускоряются, особенно у физически лучше подготовленных студентов, а качественные — улучшаются избирательно и на менее продолжительный срок после теста.

Общее заключение о взаимовлиянии физической нагрузки и умственной деятельности сводится к тому, что физическое утомление, вызванное работой на велоэргометре «до отказа», оптимизирует количественные и качественные показатели умственной деятельности.

В ЗПО после теста у студентов-мужчин 2-й группы СПЗИ увеличивалась, а ВАОЗ укорачивалась (см. таблицу). КТ существенно не менялся. У студентов 4-й группы, с наиболее высокой ФР, ВАОЗ во всех периодах исследования укорачивалось. СПЗИ сразу после «отказа» значительно увеличилась, а в восстановительный период колебалась выше исходного уровня. КТ также вначале повысился, а затем восстановился до исходного значения. Как видно, у студентов с высокой исходной работоспособностью, ФН стимулирует умственную деятельность, в то время как у студентов с более низкой работоспособностью УР повышается дифференцировано. В 1-й группе женщин, с низкой ФР, ФН вызывает укорочение времени анализа одного знака, однако, СПЗИ на всех этапах исследования уменьшается, КТ понижается (см. таблицу); у женщин в ЗПО физическая нагрузка «до отказа» оказывает неоднородное влияние на показатели умственной деятельности: скорость обработки информации увеличивается, а ее качество ухудшается.

Физическая нагрузка	Работоспособностью в осенний и зимний периоды обучения ($X \pm m$)							
	Обучения			Зимний период обучения				
	Женщины			Мужчины		Женщины		
Спорсменов (группа)	с низкой ФР (1-я группа)	со средней ФР (2-я группа)	с высокой ФР (3-я группа)	со средней ФР (2-я группа)	с ФР спортсменов (4-я группа)	с низкой ФР (1-я группа)	с высокой ФР (3-я группа)	
0,10**	3,03±0,34	3,51±0,26**	3,10±0,25	3,35±0,27	3,36±0,27	3,21±0,19	3,62±0,31	
0,22**	3,10±0,30	3,68±0,24**	3,34±0,13	3,61±0,16	4,03±0,17	2,82±0,17	3,80±0,20	
0,29*	3,60±0,21	4,43±0,02*	3,61±0,29	3,89±0,19	3,60±0,26	3,43±0,16	3,71±0,24	
0,21*	3,79±0,21*	3,79±0,19*	3,90±0,24*	3,82±0,15*	3,78±0,22*	3,40±0,29	3,67±0,23	
±9,35*	262,33± ±14,68	263,44±12,87	267,99± ±3,10	249,0± ±10,27	272,17± ±16,97	242,6± ±10,26	226,3± ±10,97	
±11,38	248,36± ±12,78	259,90±14,49	259,10± ±12,87	233,3± ±6,68	238,5± ±9,55	226,1± ±13,85	209,3± ±6,15	
±19,85	240,15± ±10,88	220,90±12,99	229,93± ±12,17	226,8± ±9,85	246,2± ±11,54	199,9± ±9,85	220,0± ±14,01	
±15,13	223,56± ±9,28	220,56±11,63	229,23± ±10,63	235,0± ±10,67	240,4± ±12,00	242,6± ±9,85	221,1± ±7,34	
±0,05	0,69±0,01	0,75±0,06	0,85±0,07	0,706±0,08	0,79±0,07	0,60±0,05	0,68±0,07	
±0,02*	0,64±0,02	0,80±0,06	0,88±0,07	0,64±0,07	0,82±0,06	0,28±0,04	0,61±0,07	
±0,05	0,46±0,03	0,97±0,04	0,95±0,06	0,74±0,07	0,73±0,06	0,46±0,08	0,62±0,07	
±0,02	0,43±0,03	0,74±0,06	0,86±0,06	0,73±0,05	0,77±0,07	0,53±0,07	0,64±0,07	

В 3-й группе женщин ВАОЗ также сразу после «отказа» укорачивается, а через 5 и 10 мин восстанавливается. СПЗИ несколько уменьшается, КТ не изменяется.

Приведенные результаты указывают на неоднородность влияния исходного уровня ФР на различные показатели УР. Главным условием повышения УР у студентов является необходимость увеличения ФР до оптимальных значений ($13-15 \text{ кгм} \cdot \text{мин}^{-1} \cdot \text{кг}^{-1}$ для женщин и $16-17 \text{ кгм} \cdot \text{мин}^{-1} \cdot \text{кг}^{-1}$ для мужчин). При этом утомление после физической нагрузки «до отказа» у студентов-спортсменов с высокой ФР приводит к улучшению УР, а у студентов с низкой ФР — к ее снижению. У женщин с низким уровнем ФР в ЗПО более отчетливо угнетающее влияние физического утомления на качественные показатели умственной деятельности.

Выводы

1. Физическая нагрузка «до отказа» по-разному влияет на показатели скорости и качества выполнения умственных операций: первые увеличиваются, а вторые в большинстве случаев ухудшаются, особенно в группах студентов с более низким уровнем ФР. В зимний период обучения ухудшение качественных и количественных показателей умственной работоспособности после теста более выражено.

2. Повышение умственной работоспособности основано на физиологических механизмах, совершенствующихся при повышении физической работоспособности, главным из которых является оптимизация синхронизирующих влияний физической нагрузки на умственную деятельность и функциональное состояние головного мозга.

3. У студентов во время занятий по физическому воспитанию сле-

дует формировать научно-аргументированное убеждение в необходимости овладения физической культурой или в виде общеразвивающих упражнений циклического и игрового характеров аэробной направленности, или в виде ступенчато нарастающей физической нагрузки до 2 Вт/кг в течение не менее 6—9 минут. Оптимальными уровнями физической работоспособности следует считать $13\text{--}15 \text{ кгм} \cdot \text{мин}^{-1} \cdot \text{кг}^{-1}$ у женщин и $16\text{--}17 \text{ кгм} \cdot \text{мин}^{-1} \cdot \text{кг}^{-1}$ у мужчин, при которых улучшается (количественно и качественно) умственная работоспособность, повышается устойчивость к эмоциональным стрессорным факторам экзаменационной сессии.

A. V. Maglevany

THE INFLUENCE OF PHYSICAL LOAD «TO OVERFLOWING» ON THE MENTAL WORKING CAPACITY IN STUDENTS WITH DIFFERENT LEVEL OF IMPELLENT ACTIVITY

It is shown, that the physical load «to overflowing» is connected with heterogeneous changes in the mental capacity of students. In students with the high preventive level of the working capacity an increase of the mental capacity by the model physical load on the bicycle is due to not only an increase of the physical capacity, but also to accumulation of the tiredness after load. Stimulation of the mental capacity necessitates playing and cyclic loads, or the application of stepwise increasing load (2 w/kg, 6-9 min.).

Medical Institute, Ministry of Public Health
of the Ukrainian SSR, Lvov

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Бачериков Н. Е., Добромилъ Э. И. Влияние занятий по физическому воспитанию на психофизиологическое состояние студентов в период обучения // Физическая культура в научной организации учебного труда студентов педагогического института: Тр. Моск. пед. ин-та им. В. И. Ленина.— М., 1981.— С. 15—28.
2. Бачериков Н. Е., Воронцов М. П., Добромилъ Э. И. Психогигиена умственного труда учащейся молодежи.— К.: Здоровье, 1988.— 168 с.
3. Богач П. Г., Решодько Л. В., Кальниш В. В. Программирование и работа на ЭВМ «Проминь» и «Мир».— Киев: Виш. шк., 1972.— 272 с.
4. Карпман В. Л., Белоцерковский З. Б., Гудков И. А. Исследование физической работоспособности у спортсменов.— М.: Физкультура и спорт, 1974.— 94 с.
5. Маглеваний А. В., Белова Л. А., Музыкантова С. Ф., Сафронова Г. Б. Физическая работоспособность студентов медицинского института // Тез. докл. XII съезда УФО им. И. П. Павлова.— Львов, 1986.— С. 248.
6. Маглеваний А. В. Взаимосвязь умственной и физической работоспособности у студентов с разным уровнем двигательной активности: Автореф. дис. ... канд. биол. наук.— Львов, 1988.— 18 с.
7. Навакатикян А. О., Крыжановская В. В. Возрастная работоспособность лиц умственного труда.— Киев: Здоров'я, 1979.— 208 с.
8. Навакатикян А. О., Крыжановская В. В., Кальниш В. В. Физиология и гигиена умственного труда.— Киев: Здоров'я, 1987.— 149 с.
9. Плотников В. В., Вязовец Н. В. Психофизиологические аспекты вузовского обучения.— М.: Высш. шк., 1986.— 40 с.
10. Рейзин В. Н. Проявление индивидуально-типологических особенностей умственной деятельности студентов под воздействием физкультурных пауз // Теория и практика физкультуры.— 1985.— № 4.— С. 42—44.
11. Сараджева О. П. Физиолого-гигиенические обоснования использования функции внимания для оценки напряженности умственного труда студентов: Автореф. дис. ... канд. биол. наук.— М., 1980.— 20 с.
12. Сергеев В. Н., Ананьев Н. И. Влияние двигательной активности на успеваемость студентов // Гигиена и санитария.— 1981.— № 1.— С. 79—80.
13. Astrand P.-O. Experimental Studies of Physical Working Capacity in Relation to Sex and Age.— Copenhagen: Munksgaard, 1952.— 197 p.

Львов. мед. ин-т М-ва здравоохранения УССР

Материал поступил
в редакцию 14.07.90