

10. Яковлев И. И., Петров В. А. Новые пути в изучении родового акта. Л., 1940. 98 с.  
 11. Van de Velde Th. H. Über den Zusammenhang zwischen Ovarial-funktion, Wellenbewegung und Menstrualblutung. Harlem, 1904. 247 S.

Институт акушерства и гинекологии  
 АМН СССР, Ленинград

Поступила в редакцию  
 23.V 1977 г.

УДК 612.766:1

В. А. Олейников, Е. П. Лихачев, В. Ф. Розенберг,  
 П. И. Сеник

## СРАВНИТЕЛЬНАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ТЕСТОВ НА ФИЗИЧЕСКУЮ РАБОТОСПОСОБНОСТЬ

Существующие методы определения физической работоспособности (ФР), как правило, реализуют физические усилия мышц ног (степ-тесты, тесты на велоэргометре) [1] и рассматриваются как универсальные [4]. Однако, специально для работников угольной промышленности Донецким институтом гигиены труда предложены модифицированный степ-тест (СТД) и тест, при выполнении которого нагрузка адресуется к мышцам рук и плечевого пояса (обозначим его условно как хэнд-тест 300 или ХТ-300 [3, 5]).

Прежде чем приступить к определению ФР рабочих какого-либо предприятия, необходимо выбрать один из известных тестов на ФР — наиболее информативный и удобный в практическом отношении. Мы провели сравнительную оценку ФР у одних и тех же лиц различными нагрузочными тестами.

### Методика исследований

Обследовано 40 добровольцев в возрасте от 18 до 35 лет.

Для определения ФР применили степ-тест Ryhming (22 подъема в мин на ступеньку высотой 40 см в течение 6 мин), СТД [3] (30 подъемов в мин на ступеньку высотой 30 см в течение 5 мин) и ХТ-300 [5], при котором испытуемому предлагается 300 раз поднять груз весом 10 кг на высоту 1 м в свободном режиме, допускающем возможность периодов отдыха. По результатам степ-теста Ryhming и номограмме (Astrand-Ryhming) [1] определяли максимальное потребление кислорода с последующим установлением ФР по пяти «кислородным» градациям Купера [6].

При проведении СТД и ХТ-300 полученные числовые значения физиологических параметров (частота пульса, потребление кислорода, легочная вентиляция) вводили в соответствующие формулы, предложенные авторами тестов для расчета ФР, и таким образом определяли уровень ФР по пятибалльной шкале оценок. Кроме того, ФР испытуемых по каждому тесту выражали и сердечной (пульсовой) стоимостью (ПС) единицы выполненной работы (100 кдж) [2]. При этом наряду с «чистой» ПС (число сердечных сокращений сверх уровня покоя) учитывали и «общую» ПС (общее число сердечных сокращений на единицу выполненной работы). Для расчета ПС частоту сердечных сокращений регистрировали в конце каждой минуты выполнения тестовых нагрузок (записывали ЭКГ в отведениях по Небу).

### Результаты исследований и их обсуждение

Проведенные наблюдения показали, что оценки физического состояния одного и того же испытуемого, полученные с использованием различных нагрузочных тестов, в большинстве случаев не совпадают. Так из 37 человек, ФР которых определили степ-тестом Ryhming и СТД, оценки ее совпали у семи испытуемых. Оценки ФР по степ-тесту Ryhming и ХТ-300 совпали в десяти случаях из 37, а по СТД и ХТ-300 одинаковые оценки ФР получили лишь пять обследованных из 34. Существенные различия между тестами обнаружены и в распределении оценок (см. таблицу). Если по результатам степ-теста и ХТ-300 больше половины обследованных показали отличную и хорошую ФР, то согласно результатам СТД, работоспособность этих же лиц в лучшем случае оценивается как удовлетворительная. Следует также отметить, что определение группы ФР по формуле, предлагаемой авторами СТД, оказалось возможным при использовании лишь одного физиологического показателя — прироста частоты сердечных сокращений. При введении в формулу и других показателей [3, 5] (прироста потребления кислорода и прироста легочной вентиляции во время теста) создавалось впечатление, что все без исключения обследованные являлись абсолютно непригодными к труду шахтера.

Однако, если ФР оценивать не между результатами степ-теста Ryhming и ХТ-300, а между результатами степ-теста Ryhming и «общей» ПС и «чистой» ПС (соответственно «общей» и «чистой» ПС) корреляционный анализ выявил на тестах по названным показателям. «Общей» ПС оказался даже более

Распределение оценок  
 по данным р

| Оценки | Средняя<br>Ры |
|--------|---------------|
| 5      | 1             |
| 4      | 1             |
| 3      | 1             |
| 2      | 1             |
| 1      | 1             |

Напротив, сопоставление показало ощутимой связи между ними и по средним величинам ПС. А имелись почти в три раза выше, чем 150±9,3 и 24±6,7 против 18,2±3,0 и весьма значимым, поскольку отчетливым затратам) работы, выполненной рукой.

Анализ полученных результатов рассматривать обнаруженные межтестовые математические преобразования от конкретных физиологических показателей к системе. Между тем, близость среднего коэффициента корреляции и целесообразность использования номограммы, предложенных авторами [3, 5] в частности, ПС выполненной работы.

Следует отметить, что факторы ХТ-300 являлись свободными режимами, в которых испытуемым предоступало изменение таким образом мощности работы, которую этот Ryhming (в среднем 750—850 кдж/мин).

Оказалось, что при такой организации 18 серд. цикл., а «чистая» ПС до 7—лишь к их величинам в степ-тесте Ryhming: испытуемые не смогли непереносимую нагрузку более 1,5—2 мин и в целом.

Обнаруженные в проведенных работах и степ-работы созвучны данным нейшего изучения. Вместе с тем, наряду со степ-тестом (или на велоэргометре), необходимо изменить — вывести тестовую работу должна выполняться такого фактического материала по значимости человека к работам различного

1. Оценки ФР одного и того же испытуемого по степ-тесту Ryhming, СТД и ХТ-300 в большинстве случаев совпадают.
2. Оценки, полученные с помощью различных нагрузочных тестов, в большинстве случаев не совпадают.

Однако, если ФР оценивать не по баллам, а через ПС выполненной работы, то между результатами степ-теста Ryhming и СТД обнаруживаются иные отношения. Прежде всего, очень близкими между этими тестами явились средние значения ( $M \pm \sigma$ ) «общей» ПС и «чистой» ПС (соответственно  $18,2 \pm 3,0$  и  $18,7 \pm 2,5$ ;  $9,2 \pm 2,2$  и  $10,2 \pm 1,8$ ). Корреляционный анализ выявил наличие тесной ( $p < 0,01$ ) связи между результатами тестов по названным показателям. При этом коэффициент корреляции для значений «общей» ПС оказался даже более высоким ( $r = 0,86$ ), чем для «чистой» ПС ( $r = 0,73$ ).

Распределение оценок физической работоспособности (в %) по данным различных нагрузочных тестов

| Оценки | Степ-тест<br>Ryhming | ХТ-300 | СТД |
|--------|----------------------|--------|-----|
| 5      | 29                   | 38     | 0   |
| 4      | 35                   | 21     | 3   |
| 3      | 30                   | 12     | 47  |
| 2      | 6                    | 21     | 50  |
| 1      | 0                    | 8      | 0   |

Напротив, сопоставление показателей ПС по степ-тесту Ryhming и ХТ-300 не выявило ощутимой связи между ними. Существенными явились различия между тестами и по средним величинам ПС. А именно, ПС «общая» и «чистая» при выполнении ХТ-300 были почти в три раза выше, чем при выполнении степ-теста Ryhming (соответственно  $50 \pm 9,3$  и  $24 \pm 6,7$  против  $18,2 \pm 3,0$  и  $9,2 \pm 2,2$ ). Последнее обстоятельство представляется весьма значимым, поскольку отчетливо выступает неравноценность (по функциональным затратам) работы, выполненной руками и ногами.

Анализ полученных результатов (и прежде всего данные по степ-тестам) позволяет рассматривать обнаруженные между тестами расхождения в оценках ФР как следствие математических преобразований, посредством которых авторы [3, 5] освободились от конкретных физиологических показателей и перешли к оценке ФР по пятибалльной системе. Между тем, близость средних по группе значений ПС в обоих степ-тестах и высокий коэффициент корреляции по этим показателям делают очевидным преимущество и целесообразность использования для характеристики ФР человека не условных оценок, предложенных авторами [3, 5], а конкретных физиологических показателей и, в частности, ПС выполненной работы [2].

Следует отметить, что фактором, затрудняющим сравнительный анализ результатов ХТ-300 явился свободный режим его выполнения. Поэтому мы провели ряд наблюдений, в которых испытуемым предлагали выполнить ХТ с грузом, вес которого и частоту подъемов изменяли таким образом, чтобы мощность нагрузки соответствовала мощности работы, которую этот испытуемый совершал при выполнении степ-теста Ryhming (в среднем  $750-850 \text{ кгм/мин}$ ).

Оказалось, что при такой организации ХТ «общая» ПС  $100 \text{ кгм}$  снижается до  $17-18$  серд. цикл., а «чистая» ПС до  $7-10$  серд. цикл., т. е. значения показателей приближались к их величинам в степ-тесте Ryhming. Однако, здесь же возникло новое осложнение: испытуемые не смогли непрерывно выдерживать столь интенсивную для ХТ нагрузку более  $1,5-2 \text{ мин}$  и в целом совершали лишь около  $30\%$  объема работы ХТ-300.

Обнаруженные в проведенных опытах различия в «пульсовом» обеспечении хэнд-работы и степ-работы созвучны данным Стендберга и соавт. [1] и заслуживают дальнейшего изучения. Вместе с тем, представляется целесообразным при определении ФР наряду со степ-тестом (или на велоэргометре) использовать и хэнд-тест. Последний, однако, необходимо изменить — вывести оптимальную мощность нагрузки и ее продолжительность, работа должна выполняться непрерывно и в постоянном ритме. Накопление такого фактического материала позволит, вероятно, более четко подойти к определению годности человека к работам различного характера.

### Выводы

1. Оценки ФР одного и того же человека по результатам применения степ-теста Ryhming, СТД и ХТ-300 в большинстве случаев не совпадают.

2. Оценки, полученные с помощью формул, предлагаемых авторами [3, 5], не дают возможности объективно определить ФР человека. Целесообразнее пользоваться конкретными физиологическими показателями и, в частности, ПС единицы выполненной работы — число сердечных сокращений на единицу (например,  $100 \text{ кгм}$ ) выполненной работы.