

УДК 610.62+61:355.5

ОБОСНОВАНИЕ МАТЕМАТИЧЕСКИХ МОДЕЛЕЙ ОЦЕНКИ ФИЗИЧЕСКОГО РАЗВИТИЯ ОРГАНИЗОВАННЫХ ГРУПП ВЗРОСЛОГО НАСЕЛЕНИЯ

Момот Д.А., Рахманов Р.С., Гаджибрагимов Д.А.

ФГУН «Нижегородский НИИ гигиены и профессиональной патологии»

Роспотребнадзора, Н. Новгород, e-mail: nniigr@mail.ru

По данным углубленных медицинских осмотров военнослужащих, проходящих службу по контракту, оценили показатели морфофункционального состояния организма. С использованием методов (центильного, квалиметрии и дискриминантного) анализа обосновали математические модели оценки физического развития для различных возрастных групп.

При сравнении оценочных показателей на основе нового способа и ранее принятого в Вооруженных Силах страны установлены разнонаправленные тенденции, что определяет внедрение нового способа для прогнозирования надежности военных специалистов.

Ключевые слова: физическое развитие, военнослужащие по контракту

Методология развития гигиены как науки диктует разработку новых подходов к оценке здоровья индивидуума и популяции, в которых аналитическое направление становится ведущим, вместо контролирующей функции. Объективная количественно выраженная информация о состоянии здоровья населения и военнослужащих – это надежный базис для разработки научно обоснованных мероприятий по сохранению и укреплению здоровья личного состава войск и поддержанию должного уровня его работоспособности и боеспособности [3].

Одним из критериев, характеризующих состояние организма, является его физическое развитие (ФР), поскольку оно – отражение изменений совокупности морфологических и функциональных свойств организма, обусловленных биологическими и социальными факторами. Как совокупность признаков, характеризующих состояние организма на разных возрастных этапах, уровень ФР является одним из важнейших показателей социального здоровья населения. ФР – это совокупность морфологических и функциональных свойств организма, определяющих запас его физических сил, выносливость

и трудо- или боеспособность [2]. ФР и его показатели – особенно масса тела (МТ), её основные составляющие (мышечная масса, жир) реагируют на значительное их изменение, недостаток или избыток пищи, что сказывается на работоспособности и заболеваемости [7].

В настоящее время наибольшее внимание уделяется ФР детей, поскольку ФР, как интегральный показатель здоровья ребенка, отражает процессы роста и развития в изменяющихся условиях среды обитания. Показатели ФР включены в систему социально-гигиенического мониторинга. Динамическое слежение за ростом и развитием детей позволяет своевременно обнаруживать неблагоприятные тенденции, реагировать на них путем проведения профилактических мероприятий [1].

Актуальным является и наблюдение за ФР подростков, что позволяет оценивать качество и эффективность лечебно-профилактических мероприятий, проводимых среди детей и подростков, прогнозировать возможности комплектования Вооруженных Сил (ВС) здоровым пополнением. Оценка ФР юношей позволяет своевременно проводить профилактические мероприя-

ятия на этапах подготовки к службе в ВС страны, адекватно распределять военнослужащих по родам войск и воинским специальностям [5].

В настоящее время для оценки физического развития военнослужащих, проходящих службу и по призыву, и по контракту, используются показатели длины, массы тела и окружности грудной клетки. Однако по оцениваемым параметрам трудно судить о физической подготовленности и уровне физического состояния; отсутствует интегральный оценочный показатель, что не дает возможности выдавать прогноз работоспособности и планировать профилактические мероприятия. Такая же проблема имеется и в других армиях: Финляндии [9], Норвегии [8], США [10].

По данным оценки морфофункциональных показателей призывной молодежи и военнослужащих, проходящих службу по призыву, разработан способ оценки ФР [6]. Однако он не может быть использован для оценки ФР военнослужащих, проходящих службу по контракту (ВПСК).

Цель исследования – разработать математические модели оценки ФР военнослужащих, проходящих службу по контракту, с использованием данных углубленных медицинских обследований в условиях поликлиники.

Объектом исследования были лица организованного коллектива, в частности ВПСК-мужчины ($n = 753$), которые были распределены на возрастные группы (до 30 лет, 30–35 лет, 35–40 лет, 40–45 лет, 45–50 лет и 50 лет и старше), установленные руководящими документами ВС РФ для занятий по физической подготовке [4].

Оценили параметры морфофункционального состояния ВПСК: длина и масса тела, окружность грудной клетки в покое, сила ведущей кисти, жизненная емкость легких (ЖЕЛ) в покое, параметры деятельности сердечно-сосудистой системы (ССС) – частота сердечных сокращений (ЧСС), систолическое и диастолическое артериальное давление (САД, ДАД) в покое, после

нагрузки и через 3 мин восстановительного периода. В качестве критерия оценки резервных возможностей организма использовали нагрузочную пробу Мартинета: 20 приседаний за 30 сек. Всего 14 показателей.

Провели следующие этапы работы:

1. Сформированы возрастные группы (наполняемость каждой группы составила более 100 чел., что позволило использовать в дальнейшем центильный метод).

2. С использованием центильного метода определены границы средние, низкие и высокие (т.е. выделялось 3 уровня показателя – низкое, среднее, высокое). При этом учитывалось, что высокие значения некоторых показателей, напротив свидетельствовали о негативных тенденциях в физическом развитии индивидуумов (частоты сердечных сокращений, систолического и диастолического артериального давления).

3. С использованием метода квалиметрии определена значимость каждого оцениваемого показателя. Учитывалась оценка значимости каждого показателя, полученная при работе экспертной группы из 23 специалистов, компетентных в данной области. С учетом распределения по группам и экспертных оценок у каждого индивида был рассчитан суммарный промежуточный показатель и вновь проведена оценка результата посредством центильного метода. Этот этап позволил априори отнести каждого индивида к одной из трех групп по уровню физического развития (низкое, среднее, высокое) и тем самым сформировать обучающую выборку для проведения в дальнейшем линейного дискриминантного анализа.

Обработка данных проведена с использованием приложения Windows XP – Excel и пакета прикладных программ статистической обработки данных Statistica-6,0.

Были рассчитаны нормированные значения координат центроидов F1 и F2 для трёх групп ФР в каждой возрастной группе: ниже среднего, среднее и выше среднего. В результате были получены математические модели, включающие 14 показателей мор-

фофункционального состояния организма. Распознавание степени ФР на их основании было правильным в 91 % случаев. Построение моделей дискриминантных функций позволяло осуществить решение диагностической задачи, задавая натуральные значения отдельных показателей ФР. При этом определялась степень близости положения индивида, задаваемого значениями F1 и F2 к нормированным значениям (координатам центроидов) трёх групп.

С использованием разработанного способа провели оценку ФР военнослужащих, входящих в каждую возрастную группу. Это позволило оценить групповые показатели физического развития и определить динамику отдельных показателей, т.е. осуществить прогностическую функцию. Так, определена тенденция роста доли лиц с ФР ниже среднего (темп прироста по возрастным группам составил 2,4%); снижения доли лиц со средним ФР (темп снижения по возрастным группам составил 0,9%) и доли лиц с высоким ФР (темп снижения по возрастным группам составил 1,6%).

Провели сравнительный анализ двух способов оценки ФР ВПСК: разработанного нами и в соответствии с принятым в ВС страны. Оказалось, что во всех возрастных группах ВПСК получены достоверно различные данные по этим показателям. Так, в группе до 30 лет при стандартном способе более половины обследованных были отнесены к категории лиц с ФР выше среднего и лишь незначительная доля – с ФР ниже среднего; при разработанном нами – доля лиц с ФР выше среднего была в 2,0 раза меньше, доля лиц с ФР средним – в 1,13 раз больше, а лиц с ФР ниже среднего – в 20,0 раз больше.

В группе ВПСК в возрасте 30–35 лет доля лиц с ФР выше среднего была в 2,4 раза меньше, с ФР средним – в 1,3 больше, а с ФР ниже среднего – в 41,3 раза больше.

В группе ВПСК в возрасте 35–40 лет доля лиц с ФР выше среднего была в 2,4 раза меньше, доля лиц с ФР средним – в 1,2 раза больше, а доля лиц с ФР ниже среднего при

стандартном методе не определялась, а при разработанном – была более четверти.

В возрастной группе ВПСК 40–45 лет доля лиц с ФР выше среднего была в 3,3 раза меньше, доля лиц с ФР средним – в 2,1 раза больше, а доля лиц с ФР ниже среднего – выше, чем в предыдущей возрастной группе.

У лиц старше 45 лет доля лиц с ФР выше среднего была в 3,7 раза меньше, с ФР средним – в 2,0 раза больше, а с ФР ниже среднего на 4,2 % больше, чем в группе лиц 40–45 лет.

Интересным был тот факт, что в каждой возрастной группе при использовании стандартного способа уменьшалась доля лиц с ФР ниже среднего, средним и возрастала с ФР, оцениваемым как выше среднего. При определении ФР по разработанному способу доля лиц с ФР выше среднего по возрастным группам, наоборот, снижалась. Доля лиц с ФР средним достоверно не изменялась, а доля лиц с ФР ниже среднего – возрастала и достигала одной трети. Можно полагать, что определяющим критерием для оценки ФР при стандартном методе являлась масса тела, поскольку длина тела по возрастным группам имела тенденцию к снижению, а окружность грудной клетки в покое не изменялась.

В динамике морфофункционального состояния ВПСК установлены негативные изменения, проявившиеся в нарастании МТ – во второй возрастной группе, увеличении доли лиц с повышенной МТ и ожирением на 5,2% ($p = 0,047$). В первой группе ИМТ составил $26,35 \pm 0,6$, во второй – $27,58 \pm 0,6$, в третьей – $27,47 \pm 0,9$, в четвертой – $28,55 \pm 1,0$ и в пятой-шестой – $28,68 \pm 1,2$ (абс. прирост по группам наблюдения 0,58 ед, темп прироста 2,2%).

Снижалась доля лиц с нормальной МТ и нарастала с ожирениями: у военнослужащих до 30 лет доля лиц с нормальной и повышенной МТ достигала 68,1%, во второй группе – 56,9%, в третьей – 60,8%, в четвертой – 50,7%, а в последней – всего 44, % (снижение относительно первой группы на 24,0%). У лиц в возрасте 35 и более

лет нарастала доля лиц с ожирениями II-III степени; снижением мышечной силы ведущей кисти и ЖЕЛ, особенно выраженных в 5-6 возрастных группах (по сравнению с показателями в остальных группах достигало на 11,6–10,1%, $p = 0,001$). Тенденция к снижению ЖЕЛ составляла: абс. снижение 119,6 мл, темп снижения – 3,0%. Уже в третьей возрастной группе ЖЕЛ была достоверно ниже, чем у лиц 1-й группы, на 6,1% ($p = 0,041$), а по сравнению с 5–6-й возрастными группами – на 11,4% ($p = 0,001$); неадекватной реакцией ССС на дозированную физическую нагрузку: после нагрузки ЧСС возрастала на 35,1–35,9% без достоверных различий по группам наблюдения; после периода отдыха у лиц 1-й группы превышение исходных данных составило 4,3% ($p = 0,031$), в остальных превышение достигало 6,9–8,6% ($p = 0,001$). САД после нагрузки увеличивалось по группам наблюдения на 14,8–16,5% ($p = 0,001$) без достоверных различий по группам. Однако после периода отдыха восстановление САД произошло только в первой группе (превышение исходных данных в группах 1–4 составило 2,5–3,5%). Наименее адекватная реакция была отмечена в 5–6 группах: превышение исходных параметров достигало 5,3%, что было достоверно выше показателей остальных групп. В группах 1–4 ДАД после нагрузки не изменялось, в 5–6 – хотя и недостоверно, но возрастало на 4,7%. После периода отдыха ДАД во всех группах восстанавливалось.

Отсюда возрастом риска по показателям ФР следует считать группу лиц 35–40 лет, а проведение профилактических мероприятий по сохранению здоровья и работоспособности – среди лиц в возрасте 30–35 лет.

Таким образом, можно полагать, что мониторинг за взрослым индивидом в организованных группах взрослого населения позволит выявлять возраст, при котором появляются признаки ухудшения ФР, для проведения профилактических мероприятий и сохранения функциональных резервов, диагностировать ранние стадии дизадаптации

онного синдрома, что позволит продлить профессиональную надежность специалиста. Оценка групповых показателей позволит мониторировать динамику морфофункционального состояния организма для принятия управленческих решений по сохранению здоровья и ФР лиц различных организованных групп.

Список литературы

1. Богомолова Е.С. Гигиеническое обоснование мониторинга роста и развития школьников в системе «здоровье-среда обитания»: автореф. дис. ... докт. мед. наук. – Н. Новгород, 2010. – 46 с.
2. Большая советская энциклопедия. – М.: Сов. Энциклопедия, 1977. – 3 изд. – Т. 27. – С. 379.
3. О методологических подходах к гигиенической оценке здоровья населения и военнослужащих / С.М. Кузнецов, Ю.В. Лизунов, Л.П. Терентьев [и др.] // материалы III съезда военных врачей медико-профилактического профиля Вооруженных Сил РФ (СПб., 8–10 декабря 2010 г.). – СПб., 2010. – С. 202–203.
4. Наставление по физической подготовке и спорту в Вооруженных Силах РФ. – М.: РИЦ ГШ ВС РФ, 2001. – 224 с.
5. Рахманов Р.С. Оценка физического развития как элемент профессионального отбора при подготовке военных специалистов // Современные проблемы гигиены труда: материалы науч.-практич. конф. – СПб., 2005. – С. 139–141.
6. Рахманов Р.С., Колчин А.В. Способ оценки физического развития лиц призывного возраста и военнослужащих, проходящих службу по призыву // Патент на изобретение № 2363377 от 02.10.2007 г.
7. Руденко Н.Н. Влияние физического развития на формирование соматической патологии // Вестн. СПб. медицинской академии последипломного образования. – 2010. – С. 94–104.
8. Dyrstad S.M., Soltvedt R., HallÅn J. Physical fitness and physical training during Norwegian military service. – *Mil Med.* 2006 Aug;171(8):736-41.
9. Korzeniewski K.. Environmental risk factors in the territory of military operations in Iraq and Afghanistan. – *Pol Merkur Lekarski.* 2008 Jul;25(145):5-8.
10. Murrey, M.T. Encyclopedia of Nutritional supplementes / M.T. Murrey // USA: Prima Publishing. – 1996. – 210 p.

Рецензенты:

Богомолова Елена Сергеевна, д.м.н., доцент
кафедры гигиены детей и подростков и гигиены
питания НижГМА Росздрава, Н. Новгород;

Пискарев Юрий Геннадьевич, д.м.н., на-
чальник кафедры военной гигиены и эпидеми-
ологии института ФСБ, Н. Новгород.

**SUBSTANTIATION OF MATHEMATICAL MODELS
FOR EVALUATION OF PHYSICAL DEVELOPMENT
IN ORGANIZED GROUPS OF ADULT POPULATION****Momot D.A., Rakhmanov R.S., Gadzhibragimov D.A.**

*FSSI «Nizhny Novgorod research institute for hygiene and occupational pathology»,
Rospotrebnadzor, Nizhny Novgorod,
e-mail: nniigp@mail.ru*

According to data of deep medical examinations of military men servicing on contract, the authors have evaluated indices of morphofunctional status of human organism. Mathematical models for physical development evaluation in different age groups have been substantiated with the use of centile method, qualimetry and discriminant analysis.

The authors have compared evaluative indices based on a new method accepted in Armed Forces of Russia and have revealed alternate tendencies. It determines application of the new method for prediction of reliability of military specialists.

Keywords: physical development, military men servicing on contract