

О.М. Коваленко,
Д.О. Білий

Науковий центр радіаційної
медицини АМН України,
м. Київ

Фізична працездатність у осіб, які перенесли гостру променево хворобу внаслідок катастрофи на ЧАЕС (за даними 16-річного спостереження)

Physical working ability in persons who survived
acute radiation sickness due to Chernobyl accident
(the data of 16-year follow-up)

Цель работы: Изучение физической работоспособности (ФР) у лиц мужского пола, перенесших острую лучевую болезнь (ОЛБ) в связи с катастрофой на Чернобыльской АЭС, в динамике послеаварийных лет.

Материалы и методы: Изучение ФР проведено у 30 реконвалесцентов ОЛБ I ст. тяжести, 31 — ОЛБ II ст., 5 — ОЛБ III ст. и 59 пациентов с поглощенными дозами облучения меньше 1 Зв, у которых не выявлено проявлений костномозгового синдрома. Результаты лонгитудинального исследования разграничены 4 временными этапами: 1987–1988, 1989–1991, 1992–1996 и 1997–2002 гг. Контрольную группу составили 20 практически здоровых мужчин, не подвергавшихся радиационному воздействию. Возраст обследованных в каждой из групп в среднем был одинаковым. Методом исследования служила стандартная велоэргометрическая проба с электрокардиограммой. Результаты обрабатывались с применением статистической компьютерной программы SPSS 10.

Результаты: Уровень ФР у облученных пациентов всех групп в первые 1–2 года после катастрофы оказался существенно ниже, чем в контрольной группе, и не зависел от тяжести радиационного воздействия. Он также отчетливо не изменялся на последующих этапах наблюдения. Эффективность гемодинамического обеспечения физической нагрузки (ФН) в основных и контрольной группах была практически одинаковой. Выделены несколько типов реакции системы кровообращения на ФН: дистонический, гипертонический, ишемический и неопределенный. Структура их частоты с увеличением сроков наблюдения изменялась в основном за счет снижения дистонического и повышения гипертонического.

Выводы: Существенное снижение уровня ФР у реконвалесцентов ОЛБ в периоде ранних последствий обусловлено главным образом негативным влиянием ионизирующего излучения, хотя и не определяется степенью тяжести костномозгового синдрома. В дальнейшем восстановления ФР не происходит, что можно объяснить развитием нейросоматической патологии на фоне сугубо возрастных изменений в органах и системах пострадавших.

Ключевые слова: физическая работоспособность, ионизирующее излучение.

Objective: To study physical working ability (PWA) in male patients who survived acute radiation sickness (ARS) due to the accident at Chernobyl Atomic Power Plant during the years after the accident.

Material and Methods: PWA was studied in 30 persons who survived stage 1 ARS, 31 – stage 2 ARS, 5 – stage 3 ARS and 59 patients with absorbed doses of radiation < 1 Sv who did not demonstrate bone-marrow syndrome. The findings of longitudinal study were divided into 4 time periods: 1987–1988, 1989–1991, 1992–1996, 1997–2002. The controls were 20 healthy male subjects not exposed to radiation. The mean age of the patients from each group was similar. The study was performed using standard veloergometry with electrocardiography. The findings were processed using SPSS computer program.

Results: During the first 1–2 years after the accident PWA level in the exposed patients of all groups was considerably lower than in the controls and did not depend on the severity of the radiation exposure. It also did not considerably change later. The efficacy of hemodynamic provision of physical load (PL) in the patients and in the controls was similar. A number of types of reaction of the circulatory system to PL was distinguished: dystonic, hypertonic, ischemic, vague. Their incidence changed with the term of observation due to reduction in diastolic and increase in hypertonic types.

Conclusion: Considerable reduction in PWA in persons who survived ARS in the early period is chiefly caused by negative influence of ionizing radiation and is not determined by the degree of severity of bone-marrow syndrome. Further restoration of PWA does not occur which can be explained by development of neurosomatic pathology against a background of age-related changes in the organs and systems of the victims.

Key words: physical working ability, ionizing radiation.

При тотальному опроміненні високими дозами йонізуючої радіації (понад 1 Гр) в організмі людини виникають структурно-функціональні зміни різних органів і систем. Завдяки активації процесів репарації, репопуляції радіаційні ушкодження з часом відновлюються або компенсуються, але не повністю.

Це стосується і системи кровообігу, від стану якої головним чином залежить рівень толерантності до фізичного навантаження (ФН), тобто фізичної працездатності (ФП) [1, 2]. Зміни ФП унаслідок дії йонізуючого випромінювання (ІВ), що призвела до виникнення гострої променевої хвороби (ГПХ), в клініч-

них дослідженнях вивчали у найближчі терміни після відновлення гемопоєзу [3–6]. На ранніх етапах показано, що вираженість і тривалість зменшення ФП у реконвалесцентів ГПХ зумовлені ступенем її тяжкості, а у віддалені терміни рівні ФП не пов'язані з величиною поглинутих доз ІВ і визначаються, в основному, патологією системи кровообігу та іншими причинами [7].

Метою даної роботи було вивчення ФП у хворих, які перенесли ГПХ унаслідок аварії на ЧАЕС, у динаміці післяаварійних років.

Методика дослідження

Обстежено 125 пацієнтів — чоловіків, з яких 30 перенесли ГПХ I ст. тяжкості (група ГПХ I, хворі віком $34,7 \pm 8,6$ року на момент аварії (тут і далі середне \pm стандартне відхилення), 31 — ГПХ II ст. і 5 — ГПХ III ст. (група ГПХ II–III ст., $34,7 \pm 9,4$ року). Іншим 59 потерпілим у 1986 р. була діагностована ГПХ I ст. тяжкості, але після ретроспективного аналізу історій хвороб у 1989 р. цей діагноз не підтверджений, оскільки в них реально був відсутній розвиток кістково-мозкового синдрому. Однак треба зауважити, що ці пацієнти зазнали радіаційного впливу в дозах, близьких до 1 Зв. Такі особи склали групу непідтверженої (НП) (неверифікованої) ГПХ (ГПХ НП, $37,6 \pm 9,4$ року). Контрольну групу (КГ) склали 20 практично здорових чоловіків ($34,3 \pm 1,2$ року), які не мали контакту з джерелами ІВ.

Протягом усього 16-річного терміну спостереження за рівнем ФП потерпілих розподіляли на 4 часових етапи: перший — 1987–1988 рр., другий — 1989–1991 рр., третій — 1992–1996 рр., четвертий — 1997–2002 рр. Вивчали ФП за допомогою велоергометричного тесту в сидячому положенні пацієнта на велоергометрі KE-12 (Угорщина) зі ступеневим збільшенням ФН до досягнення його субмаксимальних величин або появи електрокардіографічних та клінічних ознак неможливості переносити ФН, у відповідності до рекомендацій ВООЗ [8]. Потужність початкового ФН складала 50 Вт і збільшувалася на 50 Вт на кожному наступному етапі; швидкість педалювання — 60 обертів за хвилину. Між окремими ступенями ФН робили 3-хвилинні паузи відпочинку. В стані спокою, на 4-й хвилині будь-якого етапу ФН та після його припинення, виконували запис електрокардіограми (ЕКГ) на багатоканальному кардіографі («Мінгограф-720», Швеція) та вимірювали артеріальний тиск (АТ) тонометром. Дослідження проводили за 2–3 години після легкого сніданку і попереднього відпочинку при температурі повітря в приміщенні $18\text{--}23^\circ\text{C}$ [8].

Для характеристики ФП враховували рівень толерантності до ФН (Вт), його відсоткове відношення до належного максимального споживання кисню (НМСК), що розраховували згідно з таблицями, наведеними в [9], число серцевих скорочень (ЧСС), систолічний та діастолічний АТ (АТс, АТд).

Оцінку стану вегетативної регуляції кардіоваскулярної системи в стані спокою проводили за допомогою індексу Кердо, який визначали за формулою $(1\text{-АТд}/\text{ЧСС}) \times 100$. Нормальні значення індексу коливаються в межах від -4 до +4. Симпатикотонію визнавали, коли індекс перевищує +4, парасимпатикотонію — коли він нижчий -4 [10].

Статистичне опрацювання отриманих результатів здійснювали за допомогою комп'ютерної програми SPSS 10.

Результати та їх обговорення

Рівень толерантності до ФН — показник, який характеризує фізичні можливості організму і, зокрема, загальний стан серцево-судинної системи. На 1-му етапі спостереження рівні толерантності (РТ) до ФН (РТФН) у кожній групі реконвалесцентів ГПХ були істотно нижчими від рівнів у контрольній групі ($p < 0,01$) (рис. 1). З часом (на 2–4-му етапах) відбувалося подальше досить повільне зниження РТФН і різниця їх середніх величин між 1-м і 4-м етапами була вірогідною в кожній групі обстежених ($p < 0,01$).

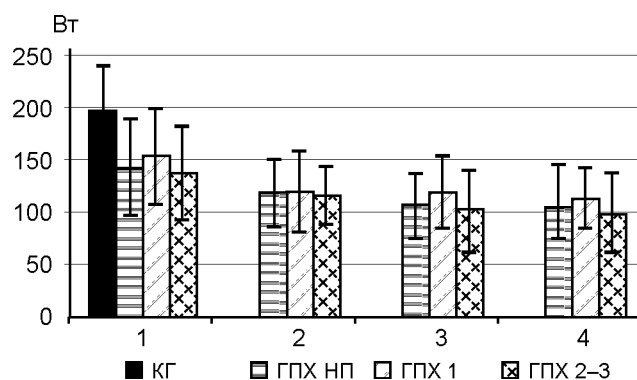


Рис. 1 — Рівні толерантності до ФН у реконвалесцентів ГПХ на етапах спостереження

Fig. 1 — The levels of tolerance to PL in the persons who survived ARS at different stages of observation

Аналіз РТФН потерпілих, виражених у відсотках до НМСК, показав, що в КГ він вищий, ніж в опромінених осіб ($p > 0,05$), однак відмінності не були такими значними, як при порівнянні абсолютних значень РТФН (рис. 2). У КГ РТФП оцінювали як високий, а в групах реконвалесцентів ГПХ — як середній. У всіх трьох групах обстежених цей показник зменшився на 2-му етапі спостереження і практично не змінився в подальшому (див. рис. 2), що можна розглядати як позитивний ефект лікування, оскільки всупереч віковим змінам (постарінню), розвитку соматичної та неврологічної патології [11] ФП залишалася на рівні понад 50 % НМСК. Як видно з рис. 1 і 2, істотних відмінностей абсолютних і відносних значень РТФН між групами потерпілих на жодному з етапів немає.

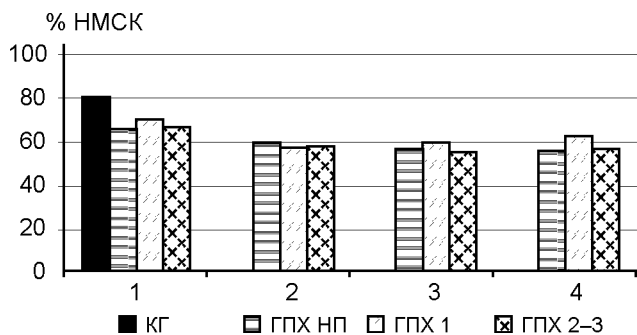


Рис. 2 — Рівні толерантності до ФН у реконвалесцентів ГПХ по відношенню до НМСК на етапах спостереження

Fig. 2 — The levels of PL tolerance in respect to proper maximum oxygen consumption in the persons who survived ARS at different stages of observation

У стані спокою величини ЧСС і АТ були майже однаковими в обстежених усіх груп, в тому числі і КГ. Вивчення цих показників на порозі толерантності не дозволяло повною мірою оцінити гемодинамічну ефективність виконання фізичної роботи, тому аналіз змін ЧСС і АТ проводили на ступені ФН 50 Вт. При ФН потужністю 50 Вт не виявлено чіткої різниці між групами опромінених осіб, а також між ними і КГ (рис. 3–5). На подальших етапах спостереження середні величини ЧСС залишалися без істотних змін, іншими словами, «пульсова вартість» 1 Вт ФН була незмінною або змінювалася неістотно.

Подібною до ЧСС була динаміка АТс, внутрі- та міжгрупові відмінності середніх величин якого теж мали невірогідний характер. Показники АТд, навпаки, в усіх групах були дещо вищими на другому й подальших етапах спостереження порівняно з першим (див. рис. 5). При цьому різниця була істотною в групі ГПХ 2–3 ст. між четвертим і попередніми етапами ($p < 0,01$), а також на четвертому — між групами ГПХ 1 ст. і ГПХ II–III ст. тяжкості ($p < 0,01$).

На всіх етапах обстеження частота випадків фізіологічної реакції на ФН (досягнення субмаксимальної ЧСС, м'язова втома при адекватних показниках ЧСС і АТ) серед потерпілих різних груп була майже однаковою, не виходячи за 11,6–6,6 %.

Патологічні причини ергостазу дозволяють виділити такі типи реакцій на ФН у осіб, що зазнали впливу йонізуювальної радіації: дистонічний, гіпертонічний, ішемічний і невизначений.

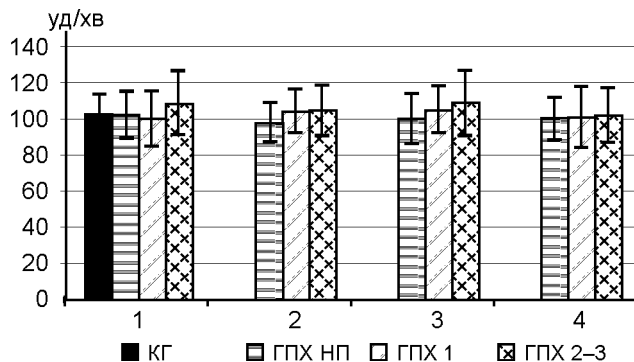


Рис. 3 — Частота серцевих скорочень у реконвалесцентів ГПХ на етапах спостереження при стандартній потужності ФН 50 Вт

Fig. 3 — Heart rate in the persons who survived ARS at different stages of observation at standard PL 50 W

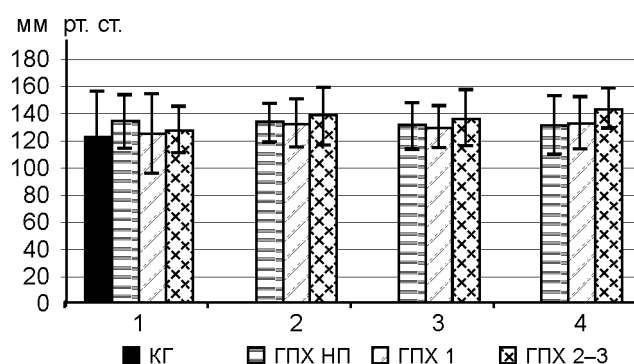


Рис. 4 — Систолічний АТ у реконвалесцентів ГПХ на етапах спостереження при стандартній потужності ФН 50 Вт

Fig. 4 — Systolic arterial pressure in the persons who survived ARS at different stages of observation at standard PL 50 W

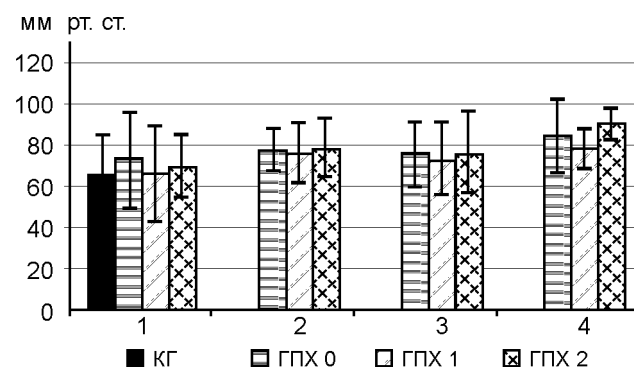


Рис. 5 — Діастолічний АТ у реконвалесцентів ГПХ на етапах спостереження при стандартній потужності ФН 50 Вт

Fig. 5 — Diastolic arterial pressure in the persons who survived ARS at different stages of observation at standard PL 50 W

На перших двох етапах спостереження переважав дистонічний тип, а на подальших третьому і четвертому — гіпертонічний. Частість випадків з іншими типами реакції на ФН була практично незмінною. За всі післяварійні роки дистонічна реакція у вигляді неадекватного збільшення ЧСС, ригідності ЧСС або зменшення АТд серед реконвалесцентів ГПХ НП,

I—III ст. тяжкості реєструвалася в 37,4; 42,1 і 44 % відповідно, ішемічна — в 15,4; 16,6 і 19,1 %, гіпертонічна — в 12,1; 9,9 і 15,8 %. Поширеним був невизначений тип реакції, коли ФН припиняли в зв'язку зі скаргами хворого на серцеві або головні болі, загальну слабкість при адекватних динамічних зрушеннях показників ЧСС, АТ і відсутності негативних змін на ЕКГ. Частота цього типу в обстежених по групах становила 23,8; 19,8 і 14,5 %.

Кореляційних зв'язків між частотою патологічних реакцій на ФН і чинниками радіаційної та нерадіаційної природи не виявлено.

Оцінка стану вегетативної регуляції серцево-судинної системи (обчислення індексу Кердо) показала, що в КГ частість випадків парасимпатико-, нормо- і симпатикотонії складала відповідно 25; 20 і 55 %. Цій пропорції найбільше відповідала група ГПХ II—III ст.: 22,2; 16,7 і 61,1 %. У групах ГПХ НП ст. і ГПХ I ст., навпаки, більше було хворих з парасимпатикотонією (47,5 і 53,3 %) і менше з симпатикотонією (27,1 і 26,6 %) при невеликій різниці частоти випадків нормотонії (25,4 і 20,1 %).

Як показав ксі-квадрат-тест, у пацієнтів із переважанням парасимпатичних впливів на фоні ФН частіше спостерігалися випадки ригідності ЧСС ($F = 8,058$, $\rho = 0,018$), при симпатичних — навпаки, неадекватного різкого підвищення ЧСС ($F = 7,344$, $\rho = 0,025$). Ці обидві причини ергостаза частіше траплялися при дистонічному типі реакції на ФН порівняно з іншими.

Висновки

У осіб, які перенесли ГПХ у зв'язку з катастрофою на ЧАЕС, у післяаварійні 16 років ФП була нижчою порівняно з практично здоровими людьми, перебуваючи на рівні 50 % НМСК і вище. Істотне зниження ФП відбулося в перші 2 роки після опромінювання, що, певно, зумовлено найближчими наслідками радіаційного впливу з вираженими проявами вегетативної дисфункції. В подальшому рівень ФП не підвищувався (тобто не відновлювався) у зв'язку з розвитком екстракардіальних та кардіальних патологічних станів і їх поєднанням з віковими змінами в організмі потерпілих. Рівні

толерантності до ФН і ефективність його гемодинамічного забезпечення у хворих з різним ступенем радіаційного впливу були однаковими як у ранньому, так і у віддаленому періодах. Виконання ФН до порогу толерантності виявляло в потерпілих різні типи реакції — дистонічний, гіпертонічний, ішемічний і невизначений, з переважанням на перших етапах спостереження (1987—1991 рр.) дистонічного, а на подальших (1992—2002 рр.) — гіпертонічного. Частість випадків з ішемічним та невизначеними типами реакції на ФН практично була незмінною. Дистонічний тип реакції у вигляді ригідності ЧСС і, навпаки, неадекватного її збільшення були пов'язані зі станом вегетативної регуляції системи кровообігу: в першому випадку переважала парасимпатикотонія, в другому — симпатикотонія. В ранньому періоді після опромінювання реакція ЧСС і АТ на стандартне ФН потужністю 50 Вт у пацієнтів і осіб контрольної групи практично не відрізнялася.

Література

1. Акоев И.Г. Проблемы постлучевого восстановления. — М.: Атомиздат, 1970. — 368 с.
2. Москалев Ю.И. Отдаленные последствия ионизирующих излучений. — М.: Медицина, 1991. — 368 с.
3. Гемпельман Л., Лиско Г., Гофман Д. Острый лучевой синдром. Изучение 9 случаев и обзор проблемы: Пер. с англ. — М.: Иностран. лит-ра, 1954. — 290 с.
4. Северин С.Ф. Газы крови и газовый обмен в условиях покоя и дозированной физической нагрузки у больных лучевой болезнью: Дис. ... канд. мед. наук. — М.: ИБФ, 1957. — 339 с.
5. Larson L.E., Lindaul I., Unsgaard B. // *Acta Radiol. Ther. Phys. Biol.* — 1976. — Vol. 15, № 6. — P. 529–554.
6. Булдаков Л.А., Даценко В.Н. // *Бюл. радиац. мед.* — 1981. — № 1. — С. 10–14.
7. Серегина И.А. Оценка физической работоспособности больных хронической лучевой болезнью в отдаленном периоде и с последствиями острой лучевой болезни: Дис. ... канд. мед. наук. — М.: ИБФ, 1985. — 186 с.
8. Аронов Д.М., Лупанов В.П., Михеева Т.Т. // *Кардиол.* — 1995. — № 8. — С. 79–86.
9. Преварский Б.П., Буткевич Г.А. Клиническая велоэргометрия. — К.: Здоров'я, 1985. — 80 с.
10. Нягу А.И., Напреенко А.К., Харченко А.П. и др. Диагностика и лечение психоневрологических расстройств у пострадавших вследствие аварии на Чернобыльской АЭС: Метод. рекомендации. — К., 1995. — 45 с.
11. Коваленко А.Н., Белый Д.А., Гергель О.И. // *Международ. журн. радиац. мед.* — 2001. — Т. 3, № 1–2. — С. 208–209.

Надходження до редакції 05.05.2003.

Прийнято 29.09.2003.

Адреса для листування:

Білий Давид Олександрович,
вул. Я. Коласа, 8в, кв. 87, Київ, 03146, Україна