



УКРАЇНА

(19) **UA** (11) **18886** (13) **U**  
(51) **МПК (2006)**  
**A61B 5/08**  
**A61B 5/103**

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ  
І НАУКИ УКРАЇНИ

ДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ  
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ  
ВЛАСНОСТІ

**ОПИС**  
**ДО ПАТЕНТУ**  
**НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ**

видається під  
відповідальність  
власника  
патенту

**(54) СПОСІБ ВИЗНАЧЕННЯ ПОКАЗНИКІВ ЗОВНІШНЬОГО ДИХАННЯ В ЗАЛЕЖНОСТІ ВІД АНТРОПОГЕНЕТИЧНИХ ХАРАКТЕРИСТИК ОРГАНІЗМУ**

1

2

(21) u200606661

(22) 15.06.2006

(24) 15.11.2006

(46) 15.11.2006, Бюл. № 11, 2006 р.

(72) Гудзевич Людмила Сергіївна, Сарафінюк Лариса Анатоліївна, Гунас Ігор Валерієвич, Шаповал Олена Миколаївна, Дмитрієв Микола Олександрович

(73) ВІННИЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ МЕДИЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ІМ. М. І. ПИРОГОВА

(57) Спосіб визначення показників зовнішнього дихання в залежності від антропогенетичних характеристик організму, який характеризується тим, що проводять антропометричні та соматотипологічні дослідження, здійснюють покроковий регресійний аналіз і визначають показники зовнішнього дихання за допомогою наступних лінійних рівнянь:

для хлопчиків:

ФЖЄ=-2,48+4,66·ППТ-0,05·ОС-0,11·МОВ+0,19·ОШ-0,14·ТШЖСЗПП-0,1·ОПНТ;

ООФВ=-3,29+4,21·ППТ-0,05·ОТ+0,16·ОШ-0,17·ЖМТ-0,07·МОВ+0,08·ТШЖСБ;

ОШВ1=-5,46+0,38·ОШ-0,16·ОТ+0,3·ТС+1,21·ШДЕС+0,13·МММА-0,3·ОПНТ;

ОШВ2=-9,8+0,11·ДТ+0,18·ОК-0,08·ОТ+0,16·ОПСС+0,15·ТС-0,07·ВЛТ;

СПВ=1,8-0,006·ВЛТ+0,21·ВП-0,11·ОТ+7,32·ППТ;

МДВ=-157,32+6,77·ОШ-7,14·ТШЖСПЛ-1,59·ОТ+1,95·МММА+9,94·ТШЖСГ-3,36·ПНГР+6,94·ВП+13,1·ЕГ;

ЖЄ=-5,54+5,81·ППТ-0,04·ОС+0,04·ОГКВ+0,07·ОШ-0,05·МТ-0,05·МОВ;

ЄВ=-4,71+2,84·ППТ+0,07·ПНГР+0,04·ОГКВ-0,04·МТ;

ЗОВ=-2,49+0,02·ДТ-0,32·ШДЕС+0,34·ЕГ+0,13·ТШЖСП-0,08·ТШЖСПЛ+0,11·ТШЖСЗПП,

для дівчаток:

ФЖЄ=-6,63+3,87·ППТ-0,11·ТШЖСЗПП+0,11·ВП+0,08·ТС+0,07·ОГКНВ-0,05·МТ;

ООФВ=-6,74+4,59·ППТ-0,06·МТ+0,08·ПЗРГК+0,05·ОГКВ-0,18·ЗК+0,13·МВВ-0,12·ЖМТ;

ОШВ1=-17,15+0,27·ПРГК+0,3·ДТ+0,19·МОВ-0,84·ОПСС-1,87·ЕКС-0,3·МТ+0,28·МММА;

ЖЄ=-1,26+4,2·ППТ+0,13·ТС-0,12·ЗК;

ЄВ=-1,6+7,81·ППТ+0,15·ОК-0,07·ЗК+0,05·ПЗРГК-0,05·ОПНС-0,07·ВЛТ-0,07·МТ,

де

ФЖЄ - форсована життєва ємність (л);

ООФВ - односекундний об'єм форсованого видиху (л);

ОШВ1 - об'єм швидкості видиху у 25 % від FVC-F (л/с);

ОШВ2 - об'єм швидкості видиху у 50 % від FVC-F (л/с);

СПВ - середній потік видиху (л/с);

МДВ - максимально довільна вентиляція (л/хв.);

ЖЄ - життєва ємність (л);

ЄВ - ємність вдиху (л);

ЗОВ - залишковий об'єм видиху (л);

ППТ - площа поверхні тіла (м<sup>2</sup>);

ТШЖСЗПП - товщина шкірно-жирової складки на задній поверхні плеча (мм);

ВП - вік підлітка (рік);

ТС - тип соматотипу (бал);

ОГКНВ - обхват грудної клітки на вдиху (см);

МТ - маса тіла (кг);

ОС - обхват стегна (см);

МОВ - міжкостиста відстань (см);

ОШ - обхват шиї (см);

ОПНТ - обхват передпліччя у нижній третині (см);

ОТ - обхват галії (см);

ЖМТ - жирова маса тіла (кг);

ТШЖСБ - товщина шкірно-жирової складки на боці (мм);

ПЗРГК - передньо-задній розмір грудної клітки (см);

ОГКВ - обхват грудної клітки на вдиху (см);

ЗК - зовнішня кон'югата (см);

(13) **U**

(11) **18886**

(19) **UA**

МВВ - міжвертлюгова відстань (см);  
 ПРГК - передній розмір грудної клітки (см);  
 ДТ - довжина тіла (см);  
 ОПСС - обхват плеча в спокійному стані (см);  
 ЕКС - ектоморфний компонент соматотипу (бал);  
 МММА - м'язова маса за методом Американського інституту харчування (кг);  
 ШДЕС - ширина дистального епіфіза стегна (см);  
 ОК - обхват кисті (см);  
 ВЛТ - висота лобкової точки (см);

ТШЖСПЛ - товщина шкірно-жирової складки під лопаткою (мм);  
 ТШЖСГ - товщина шкірно-жирової складки на грудях (мм);  
 ПНГР - поперечний нижньогруднинний розмір (см);  
 ЕГ - епіфіз гомілки (см);  
 ОПНС - обхват плеча в напруженому стані (см);  
 ТШЖСП - товщина шкірно-жирової складки на передпліччі (мм).

Корисна модель належить до медицини, а саме до її фізіологічної та морфологічної галузі, і стосується оцінки особливостей показників зовнішнього дихання у осіб підліткового віку, що мешкають в умовах сучасного міста, на підставі ґрунтовного вивчення комплексу антропометричних та соматотипологічних показників.

Проблема індивідуального підходу до визначення нормативних параметрів внутрішніх органів і фізіологічних показників організму людини є актуальною не тільки з точки зору фундаментальної науки, але має також важливе практичне значення. Використання антропометрії з метою відновлення стандартів і індексів для оцінки стану здоров'я організму людини в різні вікові періоди залишається важливим питанням сьогодення. Це обумовлено тим, що ріст і розвиток органів і систем організму відбувається нерівномірно, тобто в різних вікових групах з різною інтенсивністю [Никитюк, Чтецов, 1990; Самбурова, 1990]. У літературі в основному вивчаються антропометричні особливості дітей різних періодів дитинства [Шевченко, 2001; Villena et al., 2001] та дорослих людей [Гумінський, 1998; Carey et al., 2000], нестабільна ж в процесах росту та розвитку підліткова група залишається недостатньо вивчена. Серед деяких дослідників переважає думка про те, що антропометричні показники не мають кореляційної залежності

із спірометричними даними [Manifold, Murdoch 1993; Lazarus et al., 1995], тоді як інші встановили тісні взаємозв'язки з даними показниками [Березюк, 1998; Доскин с соавт., 1997; Орлов, Визгалов, 2001]. Вищезазначене свідчить про відсутність чіткої концепції стосовно взаємозв'язку антропометричних характеристик і показників дихальної системи.

Прототип способу, що пропонується, не відомий.

В основу корисної моделі "Спосіб визначення показників зовнішнього дихання в залежності від антропогенетичних характеристик організму" поставлене завдання шляхом вивчення антропологічних та соматотипологічних характеристик організму і проведення прямого покрокового регресійного аналізу розробити математичні моделі визначення показників зовнішнього дихання.

Поставлене завдання досягається способом, в якому згідно з корисною моделлю визначають комплекс антропогенетичних характеристик організму, проводять покроковий регресійний аналіз і створюють математичні моделі. Використання запропонованого підходу надає можливість провести безпосередню діагностичну оцінку та визначити показники зовнішнього дихання за наступними рівняннями:

Хлопчики}	$\begin{aligned} \text{ФЖЄ} &= -2,48 + 4,66 \cdot \text{ППТ} - 0,05 \cdot \text{ОС} - 0,11 \cdot \text{МОВ} + 0,19 \cdot \text{ОШ} - 0,14 \cdot \text{ТШЖСЗПП} - 0,1 \cdot \text{ОПНТ} \\ \text{ООФВ} &= -3,29 + 4,21 \cdot \text{ППТ} - 0,05 \cdot \text{ОТ} + 0,16 \cdot \text{ОШ} - 0,17 \cdot \text{ЖМТ} - 0,07 \cdot \text{МОВ} + 0,08 \cdot \text{ТШЖСБ} \\ \text{ОШВ1} &= -5,46 + 0,38 \cdot \text{ОШ} - 0,16 \cdot \text{ОТ} + 0,3 \cdot \text{ТС} + 1,21 \cdot \text{ШДЕС} + 0,13 \cdot \text{МММА} - 0,3 \cdot \text{ОПНТ} \\ \text{ОШВ2} &= -9,8 + 0,11 \cdot \text{ДТ} + 0,18 \cdot \text{ОК} - 0,08 \cdot \text{ОТ} + 0,16 \cdot \text{ОПСС} + 0,15 \cdot \text{ТС} - 0,07 \cdot \text{ВЛТ} \\ \text{СПВ} &= 1,8 - 0,006 \cdot \text{ВЛТ} + 0,21 \cdot \text{ВП} - 0,11 \cdot \text{ОТ} + 7,32 \cdot \text{ППТ} \\ \text{МДВ} &= -157,32 + 6,77 \cdot \text{ОШ} - 7,14 \cdot \text{ТШЖСПЛ} - 1,59 \cdot \text{ОТ} + 1,95 \cdot \text{МММА} + 9,94 \cdot \text{ТШЖСГ} \\ &\quad - 3,36 \cdot \text{ПНГР} + 6,94 \cdot \text{ВП} + 13,1 \cdot \text{ЕГ} \\ \text{ЖЄ} &= -5,54 + 5,81 \cdot \text{ППТ} - 0,04 \cdot \text{ОС} + 0,04 \cdot \text{ОГКВ} + 0,07 \cdot \text{ОШ} - 0,05 \cdot \text{МТ} - 0,05 \cdot \text{МОВ} \\ \text{ЄВ} &= -4,71 + 2,84 \cdot \text{ППТ} + 0,07 \cdot \text{ПНГР} + 0,04 \cdot \text{ОГКВ} - 0,04 \cdot \text{МТ} \\ \text{ЗОВ} &= -2,49 + 0,02 \cdot \text{ДТ} - 0,32 \cdot \text{ШДЕС} + 0,34 \cdot \text{ЕГ} + 0,13 \cdot \text{ТШЖСП} - 0,08 \cdot \text{ТШЖСПЛ} + 0,11 \cdot \text{ТШЖСЗПП} \end{aligned}$
Дівчатка}	$\begin{aligned} \text{ФЖЄ} &= -6,63 + 3,87 \cdot \text{ППТ} - 0,11 \cdot \text{ТШЖСЗПП} + 0,11 \cdot \text{ВП} + 0,08 \cdot \text{ТС} + 0,07 \cdot \text{ОГКНВ} - 0,05 \cdot \text{МТ} \\ \text{ООФВ} &= -6,74 + 4,59 \cdot \text{ППТ} - 0,06 \cdot \text{МТ} + 0,08 \cdot \text{ПЗРГК} + 0,05 \cdot \text{ОГКВ} - 0,18 \cdot \text{ЗК} + 0,13 \cdot \text{МВВ} - 0,12 \cdot \text{ЖМТ} \\ \text{ОШВ1} &= -17,15 + 0,27 \cdot \text{ПРГК} + 0,3 \cdot \text{ДТ} + 0,19 \cdot \text{МОВ} - 0,84 \cdot \text{ОПСС} - 1,87 \cdot \text{ЕКС} - 0,3 \cdot \text{МТ} + 0,28 \cdot \text{МММА} \\ \text{ЖЄ} &= -1,26 + 4,2 \cdot \text{ППТ} + 0,13 \cdot \text{ТС} - 0,12 \cdot \text{ЗК} \\ \text{ЄВ} &= -1,6 + 7,81 \cdot \text{ППТ} + 0,15 \cdot \text{ОК} - 0,07 \cdot \text{ЗК} + 0,05 \cdot \text{ПЗРГК} - 0,05 \cdot \text{ОПНС} - 0,07 \cdot \text{ВЛТ} - 0,07 \cdot \text{МТ} \end{aligned}$

Де:  
 ФЖЄ - Форсована життєва ємність (л);  
 ООФВ - Односекундний об'єм форсованого видиху (л);

ОШВ1 - Об'єм швидкості видиху у 25% від FVC - F (л/с);  
 ОШВ2 - Об'єм швидкості видиху у 50% від FVC - F (л/с);  
 СПВ - середній потік видиху (л/с);

МДВ - Максимально довільна вентиляція (л/хв.);  
 ЖЄ - Життєва ємність (л);  
 ЄВ - Ємність вдиху (л);  
 ЗОВ - Залишковий об'єм видиху(л);  
 ППТ - площа поверхні тіла (м<sup>2</sup>);  
 ТШЖСЗПП - товщина шкірно-жирової складки на задній поверхні плеча (мм);  
 ВП - вік підлітка (рік);  
 ТС - тип соматотипу (бали);  
 ОГКНВ - обхват грудної клітки на вдиху (см);  
 МТ - маса тіла (кг);  
 ОС - обхват стегна (см);  
 МОВ - міжостиста відстань (см);  
 ОШ - обхват шиї (см);  
 ОПНТ - обхват передпліччя у нижній третині (см);  
 ОТ - обхват талії (см);  
 ЖМТ - жирова маса тіла (кг);  
 ТШЖСБ - товщина шкірно-жирової складки на боку (мм);  
 ПЗРГК – передньо-задній розмір грудної клітки (см);  
 ОГКВ - обхват грудної клітини на вдиху (см);  
 ЗК - зовнішня кон'югата (см);  
 МВВ - міжвертлюгова відстань (см);  
 ПРГК – передньо-задній розмір грудної клітки (см);  
 ДТ - довжину тіла (см);  
 ОПСС - обхват плеча в спокійному стані (см);  
 ЕКС - ектоморфний компонент соматотипу (бал);  
 МММА - м'язову масу за методом американського інституту харчування (кг);  
 ШДЕС - ширина дистального епіфіза стегна (см);  
 ОК - обхват кисті (см);  
 ВЛТ - висота лобкової точки (см);  
 ТШЖСПЛ - товщина шкірно-жирової складки під лопаткою (мм);  
 ТШЖСГ - товщина шкірно-жирової складки на грудях (мм);  
 ПНГР - поперечний нижньогруднинний розмір (см);  
 ЕГ - епіфіз гомілки (см);  
 ОПНС - обхват плеча в напруженому стані (см);  
 ТШЖСП - товщина шкірно-жирової складки на передпліччі (мм).

Для досягнення максимально можливого співставлення результатів при проведенні прямого покрокового регресійного аналізу визначені декілька умов. Перша умова - кінцевий варіант регресійного поліному повинен мати коефіцієнт детермінації ( $R^2$ ) не менше 0,50, тобто точність опису ознаки, що моделюється не менша 50%. Друга умова - значення F-критерію не менше 2,5. Третя умова - кількість вільних членів, що включаються до поліному, повинна бути по можливості мінімальною.

Згідно з запропонованим підходом на попередньому етапі здійснення прогностичної оцінки показників зовнішнього дихання проводять антропометричні та спірографічні дослідження. Зокрема, антропометричні обстеження здійснюються згідно зі схемою В.В. Бунака [Бунак В.В. Антропометрия.-

М., 1941.- 368с.], що передбачає визначення тотальних (довжини і маси) і парціальних (поздовжніх, охватних, поперечних, передньо-задніх) розмірів тіла, а також товщини шкірно-жирових складок. Для оцінки соматотипа нами використовується математична схема за Хіт-Картер [Carter J., Heath B. Somatotyping -development and applications. - Cambridge University Press, 1990.- 504p.].

Так, довжину тіла вимірюють за допомогою універсального антропометра з точністю до 0,5см, масу тіла - на спеціальній медичній вазі з точністю до 0,1кг.

Серед провідних охватних розмірів вимірюванню підлягають величини обхвату плеча (в умовах максимального напруження та в розслабленому стані), передпліччя (у верхній та нижній частині), стегна, гомілки (у верхній та нижній частині), шиї та кисті. Вимірювання проводяться сантиметровою стрічкою з точністю до 0,5см по найбільшій та найменшій окружності вимірюваних об'єктів при розслаблених м'язах.

В ході визначення ширини дистальних епіфізів штангенциркулем з точністю до 0,01см вимірюють ширину дистальних епіфізів плеча (найбільша відстань по горизонталі між зовнішнім і внутрішньою надвиростками плечової кістки) та гомілки (найбільша відстань по горизонталі між зовнішньою і внутрішньою кісточками гомілки).

Серед основних розмірів тазу вимірюванню з використанням тазоміру (великий товстотний циркуль) за загальноприйнятою методикою підлягає міжвертлюговий розмір (*distantia trochanterica*), тобто відстань між великими вертлюгами стегнових кісток.

Товщину шкірно-жирових складок вимірюють за допомогою каліперу на задній поверхні плеча (при опущеній руці у верхній третині плеча над тригольовим м'язом, ближче до її внутрішнього краю у вертикальному положенні), на передній поверхні передпліччя (на внутрішній поверхні у найбільш широкому місці у вертикальному положенні) та на гомілці (по задньолатеральній поверхні верхньої частини гомілки на рівні нижнього кута підколінної ямки у положенні досліджуваного сидячи на стільці, ноги зігнуті в колінних суглобах під прямим кутом).

Спірографічне дослідження проводили за загальноприйнятою методикою Американської асоціації пульмонологів [American Thoracic Society], прийнятої у 1994 році, [American Thoracic Society, Standardization of Spirometry 1994 Update //Am.J.Respir.Crit.Care Med.- 1995.- Vol.152. -P.1 107-1136] на апараті Medgraphics Pulmonary Function System 1070 series. На першому етапі визначали життєву ємність легень, максимальний спокійний об'єм вдиху та максимальний спокійний об'єм видиху. Пацієнту пропонували дихати спокійно в мундштук, закривши спеціальною прищепою ніс. Після 5-6 спокійних актів "вдих-видих" пацієнт максимально глибоко вдихав і одразу після цього максимально спокійно видихав. На другому етапі визначали форсовану життєву ємність легень, об'єм форсованого видиху за першу секунду, відношення об'єму форсованого видиху за першу секунду до форсованої життєвої ємності легень, швидкості потоку повітря під час форсова-

ного видиху на різних ділянках розгалуження бронхо-легеневого дерева (БЛД): 25%, 50% та 75%, максимальну швидкість потоку повітря, що видихається, середню швидкість потоку повітря під час форсованого видиху на ділянках 25-75% та 75-85% розгалуження БЛД, швидкість потоку повітря на вдиху в середньому відділі БЛД та відношення показників швидкості потоку повітря при максимально різкому форсованому видиху до вдиху при проведенні проби. При визначенні вище зазначених показників автоматично програмою дослідження реєструвалась форсована ємність легень на вдиху. На третьому етапі визначали максимальну довільну вентиляцію легень. Пацієнту пропонували дихати максимально часто та якомога глибше протягом 12 секунд.

При виконанні всіх спроб у програмі фіксували отримані дані, порівнюючи їх з нормативами, які обчислювались програмою з урахуванням попередньо введених санітарно-гігієнічних та антропометричних показників. Таку пробу проводили тричі, враховували кращий результат.

На завершальному етапі для розробки регресійних моделей прогнозу показників зовнішнього дихання застосовується метод прямого покрокового регресійного аналізу.

Використання запропонованого підходу надає можливість провести безпосередню прогностичну оцінку показників зовнішнього дихання, що дозволяють адекватно вирішувати завдання імовірнісного передбачення та визначення індивідуальної норми, а отримані результати дають можливість в подальших клінічних дослідженнях проводити аналіз спірографічних параметрів як у здорових, так і у хворих міських підлітків Подільського регіону України.

Приклад:

Хлопчик С. 15 років. Відомі наступні антропометричні показники: площа поверхні тіла (ППТ) -

1,5см<sup>2</sup>; обхват стегна (ОС) - 47,5см; міжкостиста відстань (МОВ) - 20,4см; обхват шиї (ОШ) - 32,5см; товщина шкірно-жирової складки на задній поверхні плеча (ТШЖСЗПП) - 3,4мм; обхват передпліччя у нижній третині (ОПНТ) - 15,1см; товщина шкірно-жирової складки під лопаткою (ТШЖСПЛ) - 4,5мм; обхват талії (ОТ) - 67,4см; м'язова маса за методом американського інституту харчування (ММ) - 25,6кг; товщина шкірно-жирової складки на грудях (ТШЖСГ) - 3,1мм; поперечний нижньогрудинний розмір (ПНГР) - 25,1см; епіфіз гомілки (ЕГ) - 6,9мм; обхват грудної клітки на вдиху (ОГКВ) - 88,9; маса тіла (МТ) - 52,3кг.

Визначили форсовану життєву ємність легень, максимально довільну вентиляцію легень та ємність вдиху.

Використовуємо розроблені математичні моделі для знаходження форсованої життєвої ємності легень (ФЖЄ), максимально довільну вентиляцію легень (МДВ) та ємність вдиху (ЄВ) для хлопчиків:

$$\text{ФЖЄ} = -2,48 + 4,66 \cdot \text{ППТ} - 0,05 \cdot \text{ОС} - 0,11 \cdot \text{МОВ} + 0,19 \cdot \text{ОШ} - 0,14 \cdot \text{ТШЖСЗПП} - 0,1 \cdot \text{ОПНТ} - 2,48 + 4,66 \cdot 1,5 - 0,05 \cdot 47,5 - 0,11 \cdot 20,4 + 0,19 \cdot 32,5 - 0,14 \cdot 3,4 - 0,1 \cdot 15,1 = 4,1 \text{ л}$$

$$\text{МДВ} = -157,32 + 6,77 \cdot \text{ОШ} - 7,14 \cdot \text{ТШЖСПЛ} - 1,59 \cdot \text{ОТ} + 1,95 \cdot \text{МММА} + 9,94 \cdot \text{ТШЖСГ} - 3,36 \cdot \text{ПНГР} + 6,94 \cdot \text{ВП} + 13,1 \cdot \text{ЕГ} = -157,32 + 6,77 \cdot 32,5 - 7,14 \cdot 4,5 - 1,59 \cdot 67,4 + 1,95 \cdot 25,6 + 9,94 \cdot 3,1 - 3,36 \cdot 21,1 + 6,94 \cdot 15 + 13,1 \cdot 6,9 = -157,32 + 220 - 32 - 107 + 49,92 + 30,8 - 70,89 + 104,1 + 90,39 = 128 \text{ л/хв}$$

$$\text{ЄВ} = -4,71 + 2,84 \cdot \text{ППТ} + 0,07 \cdot \text{ПНГР} + 0,04 \cdot \text{ОГКВ} - 0,04 \cdot \text{МТ} = -4,71 + 2,84 \cdot 1,5 + 0,07 \cdot 25,1 + 0,04 \cdot 88,9 - 0,04 \cdot 52,3 = 2,8 \text{ л}$$

Відповідь: В нормі у хлопчика С. форсована життєва ємність легень, максимальна довільна вентиляція легень та ємність вдиху в нормі повинна становити відповідно - 4,1л, 128л/хв та 2,8л.