



УКРАЇНА

(19) **UA** (11) **115256** (13) **U**
(51) МПК (2017.01)
A61B 5/00
G01N 33/49 (2006.01)

ДЕРЖАВНА СЛУЖБА
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІ
УКРАЇНИ

(12) ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ

(21) Номер заявки: u 2016 10595	(72) Винахідник(и): Шифрін Григорій Аркадійович (UA), Бойцова Олеся Миколаївна (UA), Серіков Костянтин Вікторович (UA)
(22) Дата подання заявки: 20.10.2016	
(24) Дата, з якої є чинними права на корисну модель: 10.04.2017	(73) Власник(и): ЗАПОРІЗЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ МЕДИЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ, пр. Маяковського, 26, м. Запоріжжя, 69035 (UA), Шифрін Григорій Аркадійович, вул. Дзержинського, 104, кв. 56, м. Запоріжжя, 69095 (UA), Бойцова Олеся Миколаївна, вул. Рубана, 18-а, кв. 77, м. Запоріжжя, 69124 (UA)
(46) Публікація відомостей про видачу патенту: 10.04.2017, Бюл.№ 7	

(54) СПОСІБ ВИЗНАЧЕННЯ КИСНЕВО-ТРАНСПОРТНОЇ ЕНЕРГОСТРУКТУРНОЇ НЕДОСТАТНОСТІ

(57) Реферат:

Спосіб визначення киснево-транспортної енергоструктурної недостатності включає вимірювання частоти серцевих скорочень (ЧСС, за хв.), ударного об'єму серця (УОС, мл) та насичення киснем артеріальної крові (SaO_2 , %). Додатково визначають площу поверхні тіла (ПТ), концентрацію гемоглобіну крові (Hb, $\text{г}\cdot\text{л}^{-1}$), насичення киснем венозної крові (SvO_2 , %), артеріовенозну різницю вмісту кисню крові, що задовольняє енергетичні потреби організму (C_x , $\text{мл}\cdot\text{л}^{-1}$).

UA 115256 U

Корисна модель належить до медицини, а саме інтенсивної терапії і може бути використана для визначення загрозонобезпечних змін кисневого стану організму критичних хворих під час надання медичної допомоги.

Існує декілька способів визначення киснево-транспортної енергоструктурної недостатності, але вони є недостатньо ефективними, тому що визначають життєво-важливі порушення кисневого стану тоді, коли вже має місце системна гіпоксія, що не надає можливості передчасно визначити загрозонобезпечні зміни кисневого режиму, попередити подальший розвиток ішемічного пошкодження та не дозволяють своєчасно скорегувати методи інтенсивної терапії.

Найбільш близьким аналогом є спосіб, який полягає в тому, що у критичних хворих визначають рівень максимального споживання кисню ($VO_2\max$):

$$VO_2\max = (ЧСС \times УОС) \times SaO_2, \text{ мл} \times \text{хв}^{-1},$$

де:

ЧСС - частота серцевих скорочень, за хвилину;

УОС - ударний об'єм серця, лілітрів;

SaO_2 насичення киснем артеріальної крові, %.

Отриманий результат дозволяє визначити максимальну фізіологічну аеробну межу, при якій організм хворого ще не страждає від пошкоджуючої дії гіпоксії (Постникова Л.Б., Доровской И.А., Костров В.А., Долбин И.В., Федоренко А.А. Возможности кардиопульмонального нагрузочного тестирования в оценке физической работоспособности и функционального состояния дыхательной системы у здоровых лиц // Вестник современной клинической медицины. - 2015. - Том 8. - Выпуск 1. - С. 36).

Спільними суттєвими ознаками аналога та корисної моделі, що заявляється, є визначення:

частоти серцевих скорочень,

ударного об'єму серця,

насичення киснем артеріальної крові.

Цей спосіб є недостатньо ефективним, тому що він відображає максимальну фізіологічну аеробну межу, при якій організм критичного хворого ще не страждає від ішемічного пошкодження, що не надає можливості передчасно визначити загрозонобезпечні зміни кисневого режиму, попередити подальший розвиток ішемічного пошкодження та не дозволяє своєчасно скорегувати методи інтенсивної терапії.

В основу корисної моделі поставлено задачу визначення киснево-транспортної енергоструктурної недостатності шляхом оцінки рівня потреби споживання кисню та його поточного рівня до значення норми фактора компенсації енергоструктурної потреби в транспорті кисню, що надає можливість визначити збережений киснево-транспортний енергоструктурних резерв, при якому не відбувається ішемічного пошкодження, або киснево-транспортну енергоструктурну недостатність в реальному часі, що дозволяє своєчасно скорегувати методи інтенсивної терапії.

Поставлена задача вирішується тим, що у способі визначення киснево-транспортної енергоструктурної недостатності, який полягає у визначенні частоти серцевих скорочень (ЧСС, за хв.), ударного об'єму серця (УОС, мл.) та насичення киснем артеріальної крові (SaO_2 , %), згідно з корисною моделлю, додатково визначають площу поверхні тіла (ПТ), концентрацію гемоглобіну крові (Hb, $\text{г} \times \text{л}^{-1}$), насичення киснем венозної крові (SvO_2 , %), артеріовенозну різницю вмісту кисню крові, що задовольняє енергетичні потреби організму (C_x , $\text{мл} \times \text{л}^{-1}$), при цьому рівень потреби споживання кисню (pVO_2 , $\text{мл} \times \text{хв}^{-1} \times \text{м}^{-2}$) визначають за формулою:

$$pVO_2 = ((ЧСС \times УОС / ПТ) / 1000) \times C_x, \text{ мл} \times \text{хв}^{-1} \times \text{м}^{-2}.$$

Поточний рівень споживання кисню (VO_2 , $\text{мл} \times \text{хв}^{-1} \times \text{м}^{-2}$) оцінюють:

$$VO_2 = ((ЧСС \times УОС / ПТ) / 1000) \times 1,34 \times Hb \times (SaO_2 - SvO_2), \text{ мл} \times \text{хв}^{-1} \times \text{м}^{-2},$$

де:

1,34 - константа Гюфнера.

І якщо $pVO_2 / VO_2 < 1$, то має місце збережений киснево-транспортний енергоструктурний резерв (КТЕСР), який визначається:

$$КТЕСР = (1 - pVO_2 / VO_2) \times 100, \%,$$

де:

1 - значення норми фактора компенсації енергоструктурної потреби в транспорті кисню (Q_x).

А якщо $pVO_2 / VO_2 > 1$, то має місце киснево-транспортна енергоструктурна недостатність (КТЕСН), яка оцінюється:

$$КТЕСН = (pVO_2 / VO_2 - 1) \times 100, \%.$$

Причинно-наслідковий зв'язок між сукупністю ознак, що заявляються, та технічним результатом полягає у такому.

Своє енергоспоживання в умовах ішемії кожна клітина здійснює строго індивідуально, тому рівень потреби споживання кисню забезпечує підтримку цілісності клітин організму з необхідною інтенсивністю енергоспоживання, достатнього для збереження структури клітин, при цьому, якщо ця критична вимога не виконується, в клітинах організму відбуваються безповоротні зміни, і вони гинуть.

Поточний рівень споживання кисню забезпечує таку фізіологічну аеробну спрямованість, при якій організм хворого ще не страждає від пошкоджуючої дії ішемії.

Превалювання рівня потреби споживання кисню над його поточними значеннями вказує на наявність енеогоструктурної недостатності, при якій мають місце загроzoneбезпечні зміни кисневого режиму, що характеризується розвитком ішемічного пошкодження організму хворих, які перебувають у критичному стані та дозволяє своєчасно скорегувати методи інтенсивної терапії.

Спосіб здійснюють таким чином.

Хворому, який перебуває у критичному стані, визначають частоту серцевих скорочень, ударний об'єм серця, поверхню тіла, концентрацію гемоглобіну крові, насичення киснем артеріальної крові, насичення киснем венозної крові, артеріовенозну різницю вмісту кисню крові, що задовольняє енергетичні потреби організму, при цьому рівень потреби споживання кисню (pVO_2 , $\text{мл} \times \text{хв}^{-1} \times \text{м}^{-2}$) визначають за формулою:

$$pVO_2 = ((\text{ЧСС} \times \text{УОС} / \text{ПТ}) / 1000) \times C_x, \text{ мл} \times \text{хв}^{-1} \times \text{м}^{-2},$$

де:

ЧСС - частота серцевих скорочень, за хвилину;

УОС - ударний об'єм серця, мілілітрів;

ПТ - площа поверхні тіла;

C_x - артеріовенозна різниця вмісту кисню крові, що задовольняє енергетичні потреби організму, $\text{мл} \times \text{л}^{-1}$.

Поточний рівень споживання кисню (VO_2 , $\text{мл} \times \text{хв}^{-1} \times \text{м}^{-2}$) оцінюють:

$$VO_2 = ((\text{ЧСС} \times \text{УОС} / \text{ПТ}) / 1000) \times 1,34 \times \text{Hb} \times (\text{SaO}_2 - \text{SvO}_2), \text{ мл} \times \text{хв}^{-1} \times \text{м}^{-2},$$

де:

ЧСС - частота серцевих скорочень, за хвилину;

УОС - ударний об'єм серця, мілілітрів;

ПТ - площа поверхні тіла;

1,34 - константа Гюфнера;

Hb - концентрація гемоглобіну крові, $\text{г} \times \text{л}^{-1}$;

SaO₂ - насичення киснем артеріальної крові, %;

SvO₂ - насичення киснем венозної крові, %.

І якщо $pVO_2 / VO_2 < 1$, то має місце збережений киснево-транспортний енергоструктурний резерв (КТЕСР), який визначається:

$$\text{КТЕСР} = (1 - pVO_2 / VO_2) \times 100, \%,$$

де:

1 - значення норми фактора компенсації енеогоструктурної потреби в транспорті кисню (Q_x).

А якщо $pVO_2 / VO_2 > 1$, то має місце киснево-транспортна енергоструктурна недостатність (КТЕСН), яка оцінюється:

$$\text{КТЕСН} = (pVO_2 / VO_2 - 1) \times 100, \%,$$

де:

1 - значення норми фактора компенсації енеогоструктурної потреби в транспорті кисню (Q_x).

Приклад. Хворий П., 1941 року народження, історія хвороби № 151, був госпіталізований 13 січня 2016 року до приймально-діагностичного відділення Комунальної установи "Запорізька багатопрофільна клінічна лікарня № 9" (табл.).

Клінічний заключний діагноз після проведення комп'ютерної томографії головного мозку: "Ішемічний інсульт в правій гемісфері головного мозку, руслі правої середньої мозкової артерії, лівобічний легкий геміпарез, психоорганічний синдром. Церебральний атеросклероз III ступеня. Симптоматична артеріальна гіпертензія".

Таблиця

Показники гемодинаміки, кисневого режиму
та киснево-транспортного енергоструктурного статусу

Показник, одиниці вимірювання	Ві	відділенні інтенсивної терапії				Відділення неврології
	Доба 1	Доба 2	Доба 3	Доба 4	Перевід	
Hb, г×л ⁻¹	122	145	134	140	140	140
SaO ₂ , %	0,92	0,94	0,94	0,96	0,98	0,99
SvO ₂ , %	0,68	0,73	0,72	0,74	0,70	0,63
ЧСС, уд за хв.	80	88	108	94	90	82
УОС, мл	61	56	47	56	54	56
Cx, мл×л ⁻¹	57	58	55	54	56	61
pVO ₂ , мл×хв ⁻¹ ×м ⁻²	143	147	144	147	140	144
VO ₂ , мл×хв ⁻¹ ×м ⁻²	99	104	103	112	132	160
pVO ₂ / VO ₂	1,4	1,4	1,4	1,3	1,1	0,9
КТЕСР, %	-		-	-	-	10 %
КТЕСН, %	40 %	40 %	40 %	30 %	10 %	-

При надходженні до відділення інтенсивної терапії (ВІТ):

ЧСС = 80 за хвилину;

УОС = 61 мілілітрів;

ПТ= 1,94;

Hb=122 г×л⁻¹;

SaO₂=0,92 %;

SvO₂=0,68 %;

C_x = 57 мл×л⁻¹.

пVO₂ = ((ЧСС × УОС / ПТ) / 1000) × C_x = ((80 × 61 / 1,94) / 1000) × 57=143 мл×хв⁻¹×м⁻²

VO₂ = ((ЧСС × УОС / ПТ) / 1000) × 1,34 × Hb × (SaO₂-SvO₂) = ((80 × 61 / 1,94) / 1000) × 1,34 × 122 × (0,92-0,68) = 99 мл×хв⁻¹×м⁻²

пVO₂/VO₂=143/99=1,4

1,4 > 1-має місце КТЕСН

КТЕСН = (пVO₂ / VO₂-1) × 100 = (1,4-1) × 100=40 %.

На 2-гу добу перебування у ВІТ:

ЧСС = 88 за хвилину;

УОС = 56 мілілітрів;

ПТ = 1,94;

Hb=145 г×л⁻¹;

SaO₂=0,94 %;

SvO₂=0,73 %;

C_x = 58 мл×л⁻¹.

пVO₂ = ((ЧСС × УОС / ПТ) / 1000) × C_x = ((88 × 56 / 1,94) / 1000) × 58=147 мл×хв⁻¹×м⁻²

VO₂ = ((ЧСС × УОС / ПТ) / 1000) × 1,34 × Hb × (SaO₂-SvO₂) =

((88 × 56 / 1,94) / 1000) × 1,34 × 145 × (0,94-0,73) = 104 мл×хв⁻¹×м⁻²

пVO₂/VO₂=147/ 104=1,4

1,4 > 1- має місце КТЕСН

КТЕСН = (пVO₂ / VO₂-1) × 100 = (1,4-1) × 100=40 %.

На 3-тю добу перебування у ВІТ:

ЧСС = 108 за хвилину;

УОС = 47 мілілітрів;

ПТ= 1,94;

Hb=134г×л⁻¹;

SaO₂=0,94 %;

SvO₂=0,72 %;

C_x = 55 мл×л⁻¹.

пVO₂ = ((ЧСС × УОС / ПТ) / 1000) × C_x = ((108 × 47 / 1,94) / 1000) × 55=144 мл×хв⁻¹×м⁻²

VO₂ = ((ЧСС × УОС / ПТ) / 1000) × 1,34 × Hb × (SaO₂-SvO₂) = ((108 × 47/1,94)/1000) × 1,34 × (0,94-0,72)= 103 мл×хв⁻¹×м⁻²

$$nVO_2/VO_2=144/103=1,4$$

1,4 > 1-має місце КТЕСН

$$КТЕСН = (nVO_2 / VO_2 - 1) \times 100 = (1,4 - 1) \times 100 = 40 \%$$

На 4-ту добу перебування у ВІТ:

ЧСС = 94 за хвилину;

УОС = 56 мілілітрів;

ПТ = 1,94;

Hb=140 г×л⁻¹;

SaO₂=0,96 %;

SvO₂=0,74 %;

C_x=54 мл×л⁻¹.

$$nVO_2 = ((ЧСС \times УОС / ПТ) / 1000) \times C_x = ((94 \times 56 / 1,94) / 1000) \times 54 = 147 \text{ мл} \times \text{хв}^{-1} \times \text{м}^{-2}$$

$$VO_2 = ((ЧСС \times УОС / ПТ) / 1000) \times 1,34 \times Hb \times (SaO_2 - SvO_2) = ((94 \times 56 / 1,94) / 1000) \times 1,34 \times (0,96 - 0,74) = 112 \text{ мл} \times \text{хв}^{-1} \times \text{м}^{-2}$$

$$nVO_2 / VO_2 = 147 / 112 = 1,3$$

1,3 > 1-має місце КТЕСН

$$КТЕСН = (nVO_2 / VO_2 - 1) \times 100 = (1,3 - 1) \times 100 = 30 \%$$

Під час переведення до відділення неврології:

ЧСС = 90 за хвилину;

УОС = 54 мілілітрів;

ПТ = 1,94;

Hb=140 г×л⁻¹;

SaO₂=0,98 %;

SvO₂=0,70 %;

C_x = 56 мл×л⁻¹.

$$nVO_2 = ((ЧСС \times УОС / ПТ) / 1000) \times C_x = ((90 \times 54 / 1,94) / 1000) \times 56 = 140 \text{ мл} \times \text{хв}^{-1} \times \text{м}^{-2}$$

$$VO_2 = ((ЧСС \times УОС / ПТ) / 1000) \times 1,34 \times Hb \times (SaO_2 - SvO_2) = ((90 \times 54 / 1,94) / 1000) \times 1,34 \times (0,98 - 0,70) = 132 \text{ мл} \times \text{хв}^{-1} \times \text{м}^{-2}$$

$$nVO_2/VO_2=140/132=1,1$$

1,1 > 1,0-має місце КТЕСН

$$КТЕСН = (nVO_2 / VO_2 - 1) \times 100 = (1,1 - 1) \times 100 = 10 \%$$

У неврологічному відділенні:

ЧСС = 82 за хвилину;

УОС = 56 мілілітрів;

ПТ = 1,94;

Hb=140 г×л⁻¹;

SaO₂=0,99 %;

SvO₂=0,63 %;

C_x = 61 мл×л⁻¹.

$$nVO_2 = ((ЧСС \times УОС / ПТ) / 1000) \times C_x = ((82 \times 56 / 1,94) / 1000) \times 61 = 144 \text{ мл} \times \text{хв}^{-1} \times \text{м}^{-2}$$

$$VO_2 = ((ЧСС \times УОС / ПТ) / 1000) \times 1,34 \times Hb \times (SaO_2 - SvO_2) =$$

$$((82 \times 56 / 1,94) / 1000) \times 1,34 \times (0,99 - 0,63) = 160 \text{ мл} \times \text{хв}^{-1} \times \text{м}^{-2}$$

$$nVO_2/VO_2=160/144=0,9$$

0,9 < 1 - має місце КТЕСР

$$КТЕСР = (1 - nVO_2 / VO_2) \times 100 = (1 - 0,9) \times 100 = 10 \%$$

Таким чином, в неврологічному відділенні у хворого мав місце збережений киснево-транспортний енергоструктурний резерв.

Виписаний із лікарні 1 лютого 2016 року з покращенням загального та неврологічного стану.

ФОРМУЛА КОРИСНОЇ МОДЕЛІ

Спосіб визначення киснево-транспортної енергоструктурної недостатності, що включає вимірювання частоти серцевих скорочень (ЧСС, за хв), ударного об'єму серця (УОС, мл) та насичення киснем артеріальної крові (SaO₂, %), який **відрізняється** тим, що додатково визначають площу поверхні тіла (ПТ), концентрацію гемоглобіну крові (Hb, г×л⁻¹), насичення киснем венозної крові (SvO₂, %), артеріовенозну різницю вмісту кисню крові, що задовольняє енергетичні потреби організму (C_x, мл×л⁻¹), при цьому рівень потреби споживання кисню (nVO₂, мл×хв⁻¹×м⁻²) визначають за формулою:

$$nVO_2 = ((ЧСС \times УОС / ПТ) / 1000) \times C_x, \text{ мл} \times \text{хв}^{-1} \times \text{м}^{-2},$$

поточний рівень споживання кисню (VO_2 , $\text{мл} \times \text{хв}^{-1} \times \text{м}^{-2}$) оцінюють:

$$VO_2 = ((\text{ЧСС} \times \text{УОС} / \text{ПТ}) / 1000) \times 1,34 \times \text{Hb} \times (\text{SaO}_2 - \text{SvO}_2), \text{ мл} \times \text{хв}^{-1} \times \text{м}^{-2},$$

і, якщо $pVO_2/VO_2 < 1$, то має місце збережений киснево-транспортний енергоструктурний резерв (КТЕСР), який визначається за формулою:

5 $\text{КТЕСР} = (1 - pVO_2/VO_2) \times 100, \%$,

а, якщо $pVO_2/VO_2 > 1$, то має місце киснево-транспортна енергоструктурна недостатність (КТЕСН), яка оцінюється за формулою: $\text{КТЕСН} = (pVO_2/VO_2 - 1) \times 100, \%$.

Комп'ютерна верстка Л. Бурлак

Державна служба інтелектуальної власності України, вул. Василя Липківського, 45, м. Київ, МСП, 03680, Україна

ДП "Український інститут інтелектуальної власності", вул. Глазунова, 1, м. Київ – 42, 01601