

Delirium: A Systematic Review with Meta-Analysis, 67–79. Available at: <http://iospress.metapress.com/content/n143745w-332707m0/?p=a1c4f21c34cd43a187db75531dee3925&pi=14>

20. Silverstein, J. H. (2014). Influence of Anesthetics on Alzheimer's Disease: Biophysical, Animal Model, and Clinical Reports, 839–848. Available at: <http://iospress.metapress.com/content/r225420432734r2k/>

21. Callaway, J. K., Jones, N. C., Royle, A. G., Royle, C. F. (2015). Memory Impairment in Rats after Desflurane Anesthesia is Age and Dose Dependent, 995–1005. Available at: <http://iospress.metapress.com/content/m3rk427251020173/?p=4d-027d794c464eea966e81a4b51a2ce5&pi=23>

22. Shao, H., Zhang, Y., Dong, Y., Yu, B., Xia, W., Xie, Z. (2014). Chronic Treatment with Anesthetic Propofol Improves Cognitive Function and Attenuates Caspase Activation in Both Aged and Alzheimer's Disease Transgenic Mice, 499–513. Available at: <http://iospress.metapress.com/content/mw132u356188m765/?p=f816c3149cad41e2b7057182e-d47a180&pi=2>

23. Ilvan, G., Özköse, H. Z. (2015). The effect of total intravenous anesthesia on the postoperative cognitive functions of young and elderly patients after lumbar disk surgery. Turkish journal of medical sciences, 45, 191–196. Available at: <http://journals.tubitak.gov.tr/medical/issues/sag-15-45-1/sag-45-1-30-1311-29.pdf> doi: 10.3906/sag-1311-29

24. Zilber, A. P. (1984). Clinical Physiology in Anesthesiology and Intensive Care. Moscow: Medicine, 480.

25. Reis, F. M., Ribeiro-de-Oliveira, A. Jr., Machado, L., Guerra, R. M., Reis, A. M., Coimbra, C. C. (2008). Changes in prolactin and plasma glucose induced by surgical stress single or dual reaction? Mini-Review (Translation and processing Fesenko). Medical emergency conditions, 5 (18), 108–114.

26. Golub, I. E., Sorokin, L. V. (2005). Surgical stress and pain relief. Irkutsk: ISMU, 201.

27. Lyuboshevsky, P. A. (2012). Surgical stress response in abdominal operations of high trauma and the possibility of anesthetic correction. Anesthesiology and Intensive Care. Moscow, 42.

28. Rasmussen, L. S., O'Brien, J. T., Silverstein, J. H., Johnson, T. W., Siersma, V. D., Canet, J., Jolles, J., Hanning, C. D., Kuipers, H. M., Abildstrom, H., Papaioannou, A., Raeder, J., Yli-Hankala, A., Sneyd, J. R., Munoz, L., Moller, J. R. (2005). ISPOCD2 Investigators: Is peri-operative cortisol secretion related to post-operative cognitive dysfunction? Acta Anaesthesiol. Scand., 49, 1225–1231. Available at: <http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/j.1399-6576.2005.00791.x/full>

Рекомендовано до публікації д-р мед. наук, професор Георгіяну М. А.  
Дата надходження рукопису 16.03.2015

**Богуславська Наталія Миколаївна**, лікар-анестезіолог, відділення анестезіології та інтенсивної терапії, Харківська обласна клінічна травматологічна лікарня, Салтівське шосе, 266, м. Харків, Україна, 61176  
E-mail: nata-anest-78@ukr.net

УДК 616.12-089-089.5

DOI: 10.15587/2313-8416.2015.41604

## ТРАНСПОРТ І СПОЖИВАННЯ КИСНЮ ПРИ АКШ З ШК В УМОВАХ ВИСОКОЇ ГРУДНОЇ ЕПІДУРАЛЬНОЇ АНЕСТЕЗІЇ І ЦЕНТРАЛЬНОЇ АНАЛГЕЗІЇ

© В. О. Собокар, С. М. Гриценко

*Проведено порівняльний аналіз стану систем транспорту і споживання кисню під час аорто-коронарного шунтування з штучним кровообігом в умовах високої грудної епідуральної анестезії і центральної аналгезії. Доведено, що у хворих, оперованих в умовах високої епідуральної анестезії, система транспорту і споживання кисню була краще збалансованою в порівнянні з хворими, оперованими під центральною аналгезією*

**Ключові слова:** висока грудна епідуральна анестезія, центральна аналгезія, аорто – коронарне шунтування, штучний кровообіг, транспорт кисню, споживання кисню

**Objective.** Despite some advantages, the use of high thoracic epidural anesthesia (HTEA) during on-bypass cardiac surgery may be discouraged by fear of adverse hemodynamic effects and associated disturbances of oxygen delivery.

**Aim.** To compare oxygen delivery and consumption during on-bypass coronary artery bypass grafting in settings of HTEA and central analgesia (CA).

**Methods.** 132 patients were assigned into two groups – study group (n=85), where the surgery was performed under HTEA and control group (n=47) – where the surgery was carried out under CA. Using data of transesophageal cardiac ultrasound and blood oximetry blood oxygen delivery ( $DO_2$ ), oxygen consumption ( $VO_2$ ), oxygen extraction coefficient ( $CEO_2$ ) were calculated at four stages of the surgery: after induction, sternotomy, cardiopulmonary bypass and at the end of the surgery.

**Results.** In the initial stages of the surgery  $DO_2$  and  $VO_2$  were reduced relative to reference values with a tendency to increase in the course of the operation and achievement of the normal or supernormal level ( $VO_2$ , study group) in the final stage. The decrease was due to moderate hypodynamic circulation and hemodilution. After sternotomy  $DO_2$  in the study group was higher than that of the control: 356 (279; 458) vs 317 ± 89 ml·min<sup>-1</sup>·m<sup>-2</sup>, ( $p=0,021$ ). After cardiopulmonary bypass oxygen saturation of venous blood ( $SatvO_2$ ) in the study group was 71 ± 9 % compared with 68 ± 10 % in the control group. At the end of the surgery  $SatvO_2$  in the study group was 71 (66; 75) vs 59 (53; 70) % in the control ( $p=0,005$ ) and oxygen tension of venous blood ( $P_vO_2$ ) was correspondingly 39 ± 6 and 33 (30; 38) mm Hg ( $p=0,027$ ). Despite the decrease in  $DO_2$  and  $VO_2$ , oxygen extraction indices –  $CEO_2$ ,  $pvO_2$ ,  $SatvO_2$ , and remained within the reference range, except that of the control group at the end of the surgery. Furthermore, at no stage lactate rise or acid-base deviations was observed in the both groups.

**Conclusions.** In patients operated under high epidural anesthesia oxygen transport and consumption was better balanced compared to the patients operated under central analgesia

**Keywords:** high thoracic epidural anesthesia, central analgesia, on–bypass coronary artery bypass grafting, oxygen delivery, oxygen consumption

### 1. Вступ

Серед захворювань серцево-судинної системи найбільш розповсюдженою є ішемічна хвороба серця. Хоча арсенал лікування цього страждання постійно поповнюється, але в багатьох випадках аорто-коронарне шунтування (АКШ) залишається найбільш ефективним засобом. Важливою складовою успіху такої операції є досягнення в галузі анестезіології та інтенсивної терапії. В світі постійно йде пошук нових методик анестезії, націлених покращення результатів кардіохірургічних операцій.

### 2. Актуальність

Гіпоксія та викликані нею метаболічні розлади є провідними патогенетичними факторами практично всіх критичних станів [1]. Це ж відноситься і до післяопераційних ускладнень. Відомо, що зниження транспорту кисню ( $DO_2$ ) при операціях з штучним кровообігом (ШК) може викликати органні дисфункції в післяопераційному періоді [2, 3]. Тому одним з основних завдань анестезії є підтримання транспорту кисню адекватно метаболічним запитам організму. В 1990-х роках загальною визначеною метою вибору при операціях з ШК була центральна анальгезія (ЦА) – метод анестезії, здатний забезпечити виняткову гемодинамічну стабільність під час і після операції [4], але потребуючий продовженої штучної вентиляції легень. Під впливом економічних чинників почався інтенсивний пошук нових методів анестезіологічного забезпечення, націлених на скорочення термінів перебування хворих в блоках інтенсивної терапії. Такі методи поєднують терміном «анестезія ранньої активації» («fast-track anesthesia») [5, 6] і одним з них є висока грудна епідуральна анестезія (ВГЕА). Незважаючи на певні переваги [7, 8], використання ВГЕА в якості компоненту анестезіологічного забезпечення кардіохірургічних втручань не є поширеним в Україні. Стримуючим фактором може бути побоювання негативних гемодинамічних ефектів епідуральної анестезії і пов'язаним з цим порушення транспорту кисню.

### 3. Мета роботи

Провести порівняльний аналіз стану систем транспорту – споживання кисню під час АКШ з ШК в умовах комбінованої анестезії на основі ВГЕА і ЦА.

### 4. Матеріали і методи

В роботі проаналізовано перебіг анестезії у 132 хворих на ішемічну хворобу серця, яким на базі Запорізького кардіохірургічного центру виконали операції АКШ з ШК і які дали згоду на участь в дослідженні згідно форми, затвердженої локальним етичним комітетом. В залежності від методу анестезії хворих розділили на дві групи – основну і контрольну. В основну групу включили 85 хворих, оперованих в умовах ВГЕА, а контрольну 43 пацієнта, оперованих в умовах ЦА. За демографічними показниками і характеристиками операцій статистично достовірних відмінностей між групами не було.

Епідуральний простір у пацієнтів основної групи пунктирували на рівні Т5–Т6 голкою Tuohi 18-го чи 16-го розміру за стандартною методикою «втрати опору», катетер повільно проводили на 5 см в краніальному напрямі, щоб розташувати його кінчик на рівні Т2–Т4. Анальгезію починали з болюсного введення 5–6 мл 0,5 % розчину бупівакаїну і переходили на безперервне введення 0,25 % розчину бупівакаїну зі швидкістю 6–8 мл на годину. Ознаками вдалої блокади була стійка тенденція до брадикардії ( $\leq 60$  ск<sup>-1</sup>), помірної артеріальної гіпотензії (систолический артеріальний тиск 90–110 мм рт. ст. у нормотоніків), відсутність реакції частоти серцевих скорочень на зміни положення тіла, а в подальшому – відсутність реакції гемодинаміки на «хірургічну стимуляцію».

В контрольній групі базовим анальгетиком був фентаніл, який вводили в дозі 50–75 мкг/кг. Введення розраховували так, щоб 1/3 загальної дози ввести до розрізу, 2/3 – до стернотомії і 3/4 – до ШК. Свідомість в обох групах виключали тіопенталом натрію, діазепамом і оксибутиратом натрію, орієнтуючись на показник BIS монітору (BIS індекс 40–60). Перед інтубацією трахеї вводили 0,5 мг фентанілу, стільки ж добавляли перед розрізом. В подальшому, при вдало

виконаній ВГЕА, потреби в додатковому введенні фентаніла не виникало.

ШК в обох групах проводили за допомогою апарату «Jostra» (Германія) і фібро-волоконного оксигенатору «Hillite 7000» фірми «Medtronic» (США), перфузійний індекс  $2,4 \text{ л} \cdot \text{хв}^{-1} \cdot \text{м}^{-2}$ , центральна температура  $32\text{--}34 \text{ }^\circ\text{C}$ , Нт  $20\text{--}25 \%$ . Кардіоплегія розчином «Custadiol» (Германія) – в корінь аорти одноразово в об'ємі  $25\text{--}30 \text{ мл/кг}$  після перетиску аорти.

Крім стандартного гемодинамічного спостереження під час операції на 4 етапах проводили інтраопераційне транс-стравохідне ультразвукове обстеження (ТСУЗО) серця на апараті „Sonoscape” (Китай). Після індукції, стернотомії, ШК і в кінці операції визначали серцевий індекс (СІ). Одночасно з ТСУЗО відбирали проби для аналізу кислотно-основного стану (КОС) і оксиметрії крові апаратом ABL – 880 фірми “Radiometer” (Данія). Фіксували концентрацію іонів водню, бікарбонату, парціальну напругу вуглекислого газу, кисню, насичення киснем, дефіцит основ артеріальної і венозної крові. За допомогою цих даних, та показника СІ розраховували параметри системи транспорту-споживання кисню: вміст кисню в артеріальній крові ( $\text{C}_a\text{O}_2$ ), його доставку ( $\text{DO}_2$ ), споживання ( $\text{VO}_2$ ) та коефіцієнт утилізації ( $\text{KUO}_2$ ).

Статистичну обробку проводили за допомогою програми «Statistica» v6 фірми “StatSoft” (США). Для аналізу виду розподілу використовували критерій Шапіро – Уїлка. Демографічні дані порівнювали за допомогою таблиць сполучення з подальшою їх обробкою по методу Пірсона і  $\chi^2$ , (для бінарних даних – точний критерій Фішера). При  $p > 0,05$  вважали, що частоти ознак розподілені в групах рівномірно. Порівняння кількісних даних робили за допомогою  $t$  – теста Стьюдента для незалежних груп при нормальному розподілі і критерію Манна-Уїтні при асиметричному. Рівнем статистичної достовірності, який дозволяв відкинути нульову гіпотезу про відсутність різниці між групами, вважали  $p < 0,05$ . Дані виражали як середнє та середнє – стандартне відхилення ( $M \pm s$ ) при нормальному, і як медіану, верхній і нижній квартилі ( $Me (25; 75)$ ) при асиметричному розподілу.

## 5. Результати дослідження

$\text{DO}_2$  пацієнтів, оперованих як в умовах комбінованої анестезії на основі ВГЕА, так і ЦА після індукції був зменшений відносно нижньої межі референтних значень і становив  $(370 \pm 126) \text{ мл} \cdot \text{хв}^{-1} \cdot \text{м}^{-2}$  і  $355 (289; 432) \text{ мл} \cdot \text{хв}^{-1} \cdot \text{м}^{-2}$ . Це було обумовлено двома чинниками – по перше, зниженням  $\text{C}_a\text{O}_2$  і по-друге, гіподинамічним типом кровообігу.  $\text{C}_a\text{O}_2$  в основній групі становив  $(16,5 \pm 1,8) \text{ мл/100 мл}$ , а в контрольній –  $(16,8 \pm 1,7) \text{ мл/100 мл}$ . Зниження  $\text{C}_a\text{O}_2$  було наслідком помірного зниження рівня гемоглобіну, відповідно  $(123 \pm 13) \text{ г/л}$  і  $(124 \pm 13) \text{ г/л}$ . Другим чинником зниження  $\text{DO}_2$  була гіподинамія кровообігу: СІ основної групи становив  $(2,27 \pm 0,69) \text{ л} \cdot \text{хв}^{-1} \cdot \text{м}^{-2}$ , а в контрольній –  $2,09 (1,8; 2,7) \text{ л} \cdot \text{хв}^{-1} \cdot \text{м}^{-2}$ , тому компенсація зниження  $\text{C}_a\text{O}_2$  за рахунок підвищення видатності серця була неможливою. При порівнянні між групами показників системи

транспорту кисню статистично значущих розбіжностей не спостерігали.

$\text{VO}_2$  в основній групі становив  $(95 \pm 36) \text{ мл} \cdot \text{хв}^{-1} \cdot \text{м}^{-2}$ , а в контрольній –  $106 (78; 128) \text{ мл} \cdot \text{хв}^{-1} \cdot \text{м}^{-2}$ . Статистично значущих відмінностей відносно величини  $\text{VO}_2$  не виявили, як і при аналізі показників, пов'язаних з екстракцією кисню з крові –  $\text{P}_v\text{O}_2$ ,  $\text{Sat}_v\text{O}_2$  і  $\text{KUO}_2$ . Тим не менш треба відзначити, що зазначені показники у пацієнтів основної групи були вищими за аналогічні показники контрольної. Так  $\text{P}_v\text{O}_2$  основної групи становив  $(42 \pm 4) \text{ мм рт. ст.}$  проти  $(39 \pm 7) \text{ мм рт. ст.}$  контрольної, а  $\text{Sat}_v\text{O}_2$  – відповідно  $(73 \pm 9) \%$  проти  $(69 \pm 9) \%$ . Різниця по  $\text{KUO}_2$  складала  $20 \%$  на користь основної групи,  $25 \%$  проти  $30 \%$ , і впритул наближалася до межі статистичної достовірності ( $p = 0,066$ ). Взяті в комплексі, наведені дані дозволяють припустити наявність певної тенденції до більшого  $\text{VO}_2$  в контрольній групі, яке забезпечувалося за рахунок посиленої екстракції кисню з крові. Другим важливим моментом було те, що показники  $\text{P}_v\text{O}_2$ ,  $\text{Sat}_v\text{O}_2$  і  $\text{KUO}_2$  залишались в межах референтних значень, незважаючи на знижений  $\text{DO}_2$ . Це може відображати збалансований в цілому стан системи транспорту і споживання кисню. На користь останнього припущення свідчать і показники КОС крові, які знаходились в межах референтних значень.

На наступному етапі операції, після стернотомії  $\text{DO}_2$  в основній групі залишався зниженими і складав  $356 (279; 458) \text{ мл} \cdot \text{хв}^{-1} \cdot \text{м}^{-2}$ , проте, це було вищим в порівнянні з відповідним показником контрольної групи,  $(317 \pm 89) \text{ мл} \cdot \text{хв}^{-1} \cdot \text{м}^{-2}$ , ( $p = 0,021$ ). При аналізі складових системи транспорту кисню спостерігали дві протилежні тенденції – по-перше, зниження  $\text{C}_a\text{O}_2$  і, по-друге, зростання СІ. Зниження  $\text{C}_a\text{O}_2$  мало місце в обох групах, в основній – з  $(16,5 \pm 1,8) \text{ мл/100 мл}$  до  $14,0 (13; 15) \text{ мл/100 мл}$  ( $p < 0,01$ ), а в контрольній – з  $(16,8 \pm 1,7)$  до  $(14,4 \pm 1,5) \text{ мл/100 мл}$  ( $p < 0,01$ ). Показники оксигенації артеріальної крові після стернотомії статистично достовірно не змінювались і не відрізнялись між групами:  $\text{paO}_2$  в основній групі складав  $(170 \pm 56) \text{ мм рт. ст.}$  а  $\text{Sat O}_2$  а  $99 (98; 99) \%$ , в контрольній – відповідно  $(154 \pm 55) \text{ мм рт. ст.}$   $99 (98; 99) \%$ . Враховуючи це, причиною означених змін  $\text{C}_a\text{O}_2$  можна вважати подальше зниження вмісту гемоглобіну в артеріальній крові, який в основній групі був на рівні  $103 (97; 108) \text{ г/л}$ , а в контрольній –  $(105 \pm 11) \text{ г/л}$ . Що стосується другої тенденції, зростання СІ, треба відмітити, що статистично достовірним воно було тільки в основній групі, де СІ наблизився до норми –  $2,42 (2,0; 3,1) \text{ л} \cdot \text{хв}^{-1} \cdot \text{м}^{-2}$ . В результаті СІ основної групи після стернотомії перевищував відповідний показник контрольної групи –  $(2,23 \pm 0,63) \text{ л} \cdot \text{хв}^{-1} \cdot \text{м}^{-2}$ , ( $p = 0,041$ ). Поліпшення видатної спроможності серця у пацієнтів, оперованих з використанням ВГЕА компенсувало зменшений  $\text{C}_a\text{O}_2$ . У оперованих в умовах ЦА компенсації не відбувалося. Закономірно  $\text{DO}_2$  у пацієнтів основної групи після стернотомії перевищував відповідний показник контрольної.

В той же час по другому визначальному показнику системи транспорту і споживання кисню,



$VO_2$ , статистично достовірної різниці не спостерігали. В основній групі  $VO_2$  після стернотомії становив  $104 (80; 137) \text{ мл} \cdot \text{хв}^{-1} \cdot \text{м}^{-2}$ , а в контрольній  $(100 \pm 31) \text{ мл} \cdot \text{хв}^{-1} \cdot \text{м}^{-2}$ . Незважаючи на знижений рівень  $DO_2$ , екстракція кисню з крові не була значно підвищеною, хоча такі показники, як  $P_vO_2$ ,  $Sat O_2 v$  і  $KYO_2$  знаходились на межі референтних значень, особливо у пацієнтів контрольної групи. Порівняння між групами демонструє, що  $P_vO_2$  і  $Sat_vO_2$  були декілька вищими в основній групі:  $P_vO_2 - 36 (34; 42)$  проти  $(35 \pm 5)$  мм рт. ст., а  $Sat_vO_2 - (68 \pm 9) \%$  проти  $(65 \pm 10) \%$ .  $KYO_2$  в контрольній групі складав  $(33 \pm 9) \%$  і був більше як верхньої границі референтних значень  $(25-32) \%$ , так і відповідного показника основної групи,  $(31 \pm 8) \%$ . Статистично достовірної різниці по жодному з описаних вище показників не зафіксовано, але той факт, що  $KYO_2$  основної групи, на відміну від контрольної, залишався в межах норми, дає можливість припустити наявність кращого співвідношення між  $DO_2$  і  $VO_2$  у пацієнтів, оперованих в умовах ВГЕА. В цілому показники, що відображають процес екстракції кисню з крові вказували на збалансований стан системи постачання і споживання кисню. Це підтверджували і показники КОС, що залишалися в межах норми.

Після закінчення ШК в системі транспорту і споживання кисню відбулися значні зміни.  $DO_2$  у пацієнтів основної групи становив  $(477 \pm 164) \text{ мл} \cdot \text{хв}^{-1} \cdot \text{м}^{-2}$ , а контрольної –  $(422 \pm 121) \text{ мл} \cdot \text{хв}^{-1} \cdot \text{м}^{-2}$ . Хоча показники залишався за нижньою границею референтного інтервалу, це означало значне, більш ніж на третину, зростання в обох групах ( $p < 0,01$ ). Порівняння показало, що різниця нам користь основної групи знаходилась на межі статистичної достовірності ( $p = 0,071$ ). Зростання  $DO_2$  походило від перебудови гемодинаміки на гіпердинамічний тип кровообігу. Друга складова системи транспорту кисню,  $C_aO_2$ , навпаки, досягала свого найменшого на протязі операції значення –  $12,7 (12,0; 13,6) \text{ мл}/100 \text{ мл}$  в основній і  $(11,8 \pm 1,6) \text{ мл}/100 \text{ мл}$  в контрольній групах. Це також відносилось і до показника концентрації  $Hb_a$ , яка після закінчення ШК в основній групі становила  $(92 \pm 13) \text{ г}/\text{л}$ , а в контрольній –  $(86 \pm 12) \text{ г}/\text{л}$ . Оксигенація крові на цьому етапі не страждала,  $P_aO_2$  а в основній групі складала  $148 (90; 220) \text{ мм рт. ст.}$ , а в контрольній –  $147 (92; 235) \text{ мм рт. ст.}$ , що забезпечувало  $Sat O_2$  а на рівні  $99 (98; 99)$  і  $98 (97; 99) \%$  відповідно. Порівняння між групами не виявило статистично достовірних відмінностей за всіма описаними вище показниками.

Вперше на протязі операції  $VO_2$  знаходився в нормальних межах, становлячи в основній групі  $(140 \pm 51) \text{ мл} \cdot \text{хв}^{-1} \cdot \text{м}^{-2}$ , а в контрольній –  $(125 \pm 49) \text{ мл} \cdot \text{хв}^{-1} \cdot \text{м}^{-2}$ . Незважаючи на те, що нормалізація  $VO_2$  відбувалася на тлі помірно зниженого  $DO_2$ , система транспорту і споживання кисню залишалася в збалансованому стані, про що свідчать дані по  $rO_2$  і  $Sat O_2$  венозної крові, а також  $KYO_2$ . В основній групі  $rO_2 v$  становив  $(40 \pm 7) \text{ мм рт. ст.}$ ,  $Sat_vO_2 - (71 \pm 9) \%$ , а  $KYO_2 - (30 \pm 9) \%$ . В контрольній групі зазначені показники були наступними:  $P_vO_2 - (39 \pm 6) \text{ мм рт. ст.}$ ,  $Sat_vO_2 - (68 \pm 10) \%$ , а  $KYO_2 - (30 \pm 11) \%$ . При порівнянні по більшості з них

статистично достовірних відмінностей не фіксували за винятком  $Sat_vO_2$ , яке було більшим в основній групі ( $p = 0,039$ ). На збалансований стан системи транспорту і споживання кисню вказували і нормальні показники, отримані при аналізі КОС оперованих хворих.

В кінці операції  $DO_2$  продовжувало зростання. У пацієнтів основної групи приріст становив  $23 \%$ , а у пацієнтів контрольної –  $26 \%$ . В наслідку показник  $DO_2$  обох груп прийшов в межі референтних значень і складав відповідно  $585 (458; 646) \text{ мл} \cdot \text{хв}^{-1} \cdot \text{м}^{-2}$  і  $530 (412; 576) \text{ мл} \cdot \text{хв}^{-1} \cdot \text{м}^{-2}$ . Зазначене зростання походило від підвищення  $C_aO_2$ , що також відбувалося вперше на протязі операції і обумовлювалось, в свою чергу, підвищенням концентрації  $Hb_a$ . Так  $C_aO_2$  в основній групі становив  $(14,1 \pm 1,8) \text{ мл}/100 \text{ мл}$  при рівні  $Hb_a (109 \pm 15) \text{ г}/\text{л}$ , а в контрольній ці показники склали відповідно  $(13,9 \pm 1,3) \text{ мл}/100 \text{ мл}$  і  $(101 \pm 9) \text{ г}/\text{л}$ . Оксигенація крові, як і на попередніх етапах, не страждала.  $P_aO_2$  основної групи залишався на рівні  $130 \pm 48 \text{ мм рт. ст.}$ , а контрольної –  $(163 \pm 76) \text{ мм рт. ст.}$ , що забезпечувало нормальні значення  $Sat_aO_2$  а, відповідно  $99 (98; 99)$  і  $99 (97; 99) \%$ .

На останньому етапі  $VO_2$  збільшився на  $33 \%$  в основній групі і  $40 \%$  в контрольній. Статистично достовірної різниці між цими показниками не було. Але якщо взяти наведені вище дані в комплексі, можна помітити, що зростання  $VO_2$ , в першу чергу в контрольній групі, випереджало відповідне зростання  $DO_2$ . Це дає можливість припустити, що баланс між  $DO_2$  і  $VO_2$  на останньому етапі операції був більш напруженим, особливо в контрольній групі.  $rO_2 v$  і  $Sat O_2 v$  у хворих основної групи були значно більшими, ніж у пацієнтів контрольної:  $P_vO_2 - (39 \pm 6) \text{ мм рт. ст.}$  проти  $33 (30; 38) \text{ мм рт. ст.}$ , ( $p = 0,037$ ), а  $Sat_vO_2 - 71 (66; 75) \%$  проти  $59 (53; 70) \%$ , ( $p = 0,005$ ). В кінці операції  $KYO_2$  основної групи складав  $(32 \pm 10) \%$  проти  $43 (29; 48) \%$  контрольної, різниця між ними наближалась до межі статистичної значущості ( $p = 0,084$ ). Ще більш важливим було те, що всі показники екстракції кисню основної групи, на відміну від контрольної, залишалися в межах норми. Таким чином у пацієнтів, оперованих в умовах ЦА на останньому етапі операції були задіяні всі механізми компенсації дисбалансу між  $DO_2$  і  $VO_2$ . Але незважаючи на більш напружений стан системи транспорту і споживання кисню, її кінцеві показники не страждали, що впливає з аналізу параметрів системи регулювання КОС, отриманих на останньому етапі операції. Ні в основній, ні в контрольній групі не було зафіксовано метаболічного ацидозу або відхилення будь яких інших показників КОС крові, рівень лактату крові залишався в нормі.

## 6. Обговорення результатів дослідження

При порівняльному аналізі параметрів систем транспорту і споживання кисню при операціях в умовах ВГЕА або ЦА, виявлені спільні риси і розбіжності. Спільними були по-перше, динаміка основних показників системи –  $DO_2$  і  $VO_2$ , по-друге, динаміка тих складових, від яких залежать як  $DO_2$ , так і  $VO_2$  і, отже, причини змін останніх і, по-третє, відсутність

у досліджених хворих порушень метаболізму на тканинному рівні. В той же час параметри системи транспорту і споживання кисню хворих основної групи на всіх етапах перевищували відповідні параметри хворих основної групи, деякі з цих відмінностей мали статистично достовірний характер.  $DO_2$  в обох групах був зниженим на перших трьох етапах операції. Але не зважаючи на в цілому східну динаміку, також можна побачити, що крива значень  $DO_2$  основної групи знаходиться вище за відповідну криву контрольної (рис. 1).

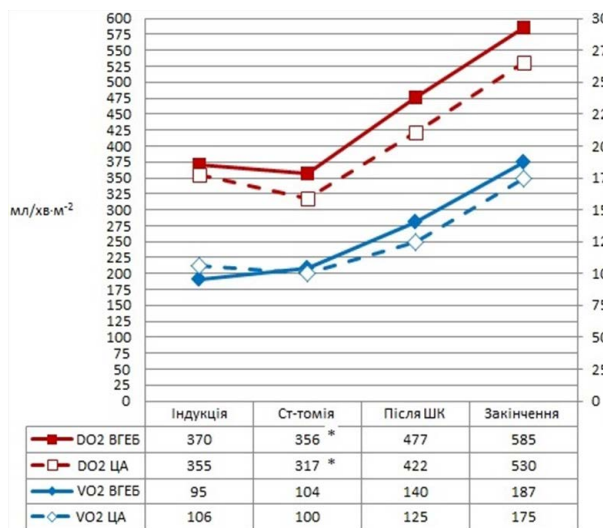


Рис. 1. Динаміка  $DO_2$  і  $VO_2$  на етапах операції.

Примітка: \* –  $p < 0,05$  в порівнянні між групами тут і на рисунках 2 і 3

Після стернотомії відмінність цих показників була статистично достовірною, ( $p=0,021$ ).

Динаміку другого інтегрального показника системи транспорту і споживання кисню –  $VO_2$  взагалі нагадувала динаміку  $DO_2$  з тією відмінністю, що в основній групі він починав зростання вже на другому етапі операції – після стернотомії, а в контрольній декілька пізніше – після завершення ШК. Таким чином, спільним для обох груп було по-перше, зниження  $VO_2$  відносно референтних значень на перших етапах операції, по-друге, загальна тенденція до зростання і нормалізації цього показника на завершальних етапах і по-третє, випереджаючий характер зростання  $VO_2$  по відношенню до  $DO_2$ . Хоча на більшості етапів (крім першого) показники  $VO_2$  основної групи перевищували відповідні показники контрольної, але статистично достовірних розбіжностей не виявили.

Зниження  $DO_2$  відбувалося за рахунок обох її складових, як  $CI$ , так і  $C_aO_2$  (рис. 2).

Останнє було обумовлено гемодилуцією на фоні збереження нормальних значень  $Sat_aO_2$  на рівні 98–99 %. Зниження  $C_aO_2$  тривало на протязі більшості етапів (крім останнього), але поступове покращення видатності серця обумовило зростання  $DO_2$ , особливо перехід до гіпердинамічного типу кровообігу в після-перфузійному періоді. Це проілюстровано на рис. 2,

де можна побачити, що динаміка  $C_aO_2$  і  $DO_2$  не була паралельною.

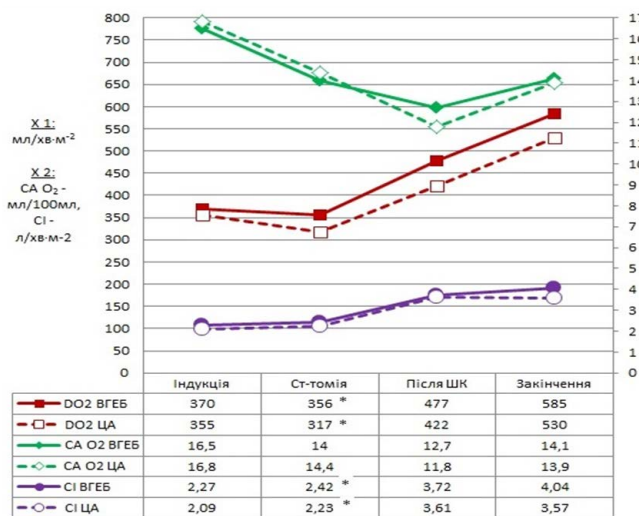


Рис. 2. Порівняння  $DO_2$  і її складових

Підвищення видатності серця у відповідь на зниження  $CaO_2$  є компенсаторним механізмом підтримки належного рівня забезпечення  $DO_2$  і наведені дані продемонстрували, що він був задіяний в обох групах. Але в умовах патологічного процесу в серці така компенсація не завжди є бажаною, крім того в вона часто не є достатньою. Це вимагає задіяння другого компенсаторного механізму підтримки належного рівня  $DO_2$  – підвищення екстракції кисню тканинами (рис. 3).

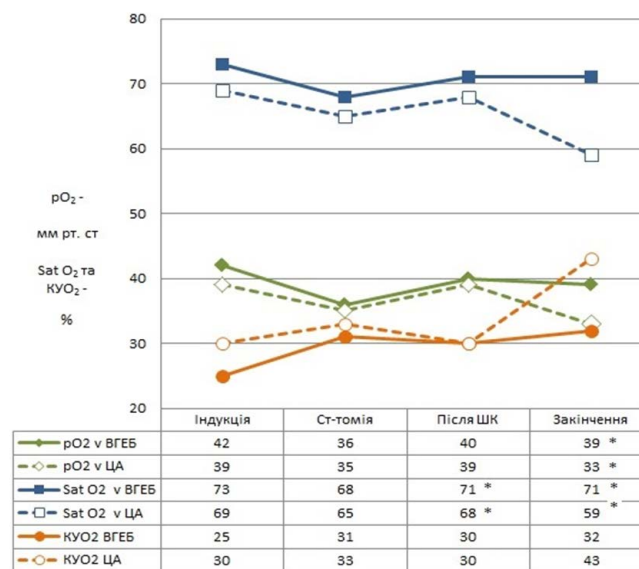


Рис. 3. Порівняння показників екстракції кисню

Аналіз наведених даних показує, що незважаючи на взагалі східну динаміку, екстракція кисню у пацієнтів контрольної групи майже на всіх етапах була вищою ніж у пацієнтів основної, хоча після індукції і стернотомії по жодному показнику ця різниця не була статистично підтверджена. Але на завершальних етапах відмінності носили вже статистично достовірний

характер. Якщо ці дані поєднати з відміченою раніше досить великою різницею абсолютних значень  $DO_2$  і  $CI$ , яку також спостерігали на користь основної групи в кінці операції, то можна дійти висновку, що система постачання кисню у пацієнтів основної групи функціонувала в менш напруженому режимі. Вона не потребувала включення компенсаторного механізму підтримки адекватного рівня  $DO_2$  за рахунок підвищеної екстракції кисню з крові. Підтримкою такого висновку слугує і спостереження, що жодне зі значень  $P_vO_2$ ,  $Sat_vO_2$  або  $KVO_2$  в основній групі на протязі операції не вийшло за межі референтного інтервалу. На відміну від цього в контрольній групі вже після стернотомії спостерігали незначне підвищення  $KVO_2$  (33%), а в кінці операції зміни зазначених показників були вже досить вираженими.

Незважаючи на зниження  $DO_2$  на більшості етапів операції і порівняно вищу екстракцію кисню в контрольній групі, кінцева ланка системи транспорту-споживання кисню в обох групах залишалась непошкодженою, про що свідчили показники КОС оперованих пацієнтів. В жодній групі не спостерігали ознак порушень тканинного метаболізму в вигляді лактат ацидозу.

Таким чином, порівняння систем транспорту та споживання кисню у хворих, оперованих в умовах ВГЕА і хворих, оперованих в умовах ЦА показало східну динаміку основних показників –  $DO_2$  і  $VO_2$ . Відмінності полягали в тому, що, по-перше, на всіх етапах операції  $DO_2$  в основній групі перевищував цей показник в контрольній, причому після стернотомії таку співвідношення мало статистично достовірний характер. По-друге, у пацієнтів контрольної групи екстракція кисню з крові була вищою, причому на завершальних етапах операції по цим показникам спостерігали статистично достовірні відмінності на користь основної групи ( $pO_2$  після ШК,  $pO_2$  і  $Sat O_2$  в кінці операції). По-третє, після стернотомії і в кінці операції показники екстракції кисню у пацієнтів контрольної групи виходили за межі референтних значень, чого жодного разу не спостерігали у пацієнтів основної групи. Останнє свідчить, що у пацієнтів основної групи не були задіяні механізми компенсації зниження  $DO_2$ , отже, зберігались більші резерви на випадок ускладненого перебігу операції.

## 7. Висновки

У хворих, оперованих в умовах ВГЕА, система транспорту і споживання кисню була більш збалансованим в порівнянні з хворими, оперованими в умовах ЦА.

## Література

1. Nichols, D. Oxygen Delivery and Consumption: A Microcirculatory Perspective [Text] / D. Nichols, N. D. Nielsen // *Critical Care Clinics*. – 2010. – Vol. 26, Issue 2. – P. 239–253. doi: 10.1016/j.ccc.2009.12.003
2. De Somer, F. O<sub>2</sub> delivery and CO<sub>2</sub> production during cardiopulmonary bypass as determinants of acute kidney injury: time for goal – directed management? [Text] / F. de Somer, J. W. Mulholland, M. R. Brian, T. Aloisio, G. J. Van Nooten, &

M. Ranucci // *Critical Care*. – 2011. – Vol. 15, Issue 4. – P. 1–10. doi: 10.1186/cc10349

3. Ranucci, M. Hyperlactatemia during cardiopulmonary bypass: determinants and impact on postoperative outcome [Text] / M. Ranucci, B. De Toffol, G. Isgro, D. Conti, et al. // *Critical Care*. – 2006. – Vol. 10. – P. 167–170.

4. Pharmacology of Anesthetic Drugs. Opioids in Cardiac Anesthesia. In Kaplan's Cardiac Anesthesia. The Echo Era [Text] / J. A. Kaplan (Ed.). – Phil.: "Saunders Elsevier", 2011. – P. 223–224.

5. Chamchad, D. The impact of immediate extubation in the operating room after cardiac surgery on intensive care and hospital lengths of stay [Text] / D. Chamchad, J. Horrow, L. Nakhchik, F. P. Sutter, L. E. Samuels, C. L. Trace et. al. // *Journal of Cardiothoracic and Vascular Anesthesia*. – 2010. – Vol. 24, Issue 5. – P. 780–784. doi: 10.1053/j.jvca.2010.04.002

6. Haanschoten, M. Fast-track practice in cardiac surgery: results and predictors of outcome [Text] / M. Haanschoten, A. van Straten, J. Woorst, P. S. Stepaniak, A.-D. van der Meer, A. A. J. van Zundert, M. A. Soliman Hamad // *Interactive Cardiovascular and Thoracic Surgery*. – 2012. – Vol. 15, Issue 6. – P. 989–994. doi: 10.1093/icvts/ivs393

7. Greisen, J. High thoracic epidural analgesia decreases stress hyperglycemia and insulin need in cardiac surgery patients [Text] / J. Greisen, D. Nielsen, E. Sloth, C. Jakobsen // *Acta Anaesthesiologica Scandinavica*. – 2013. – Vol. 57, Issue 2. – P. 171–177. doi: 10.1111/j.1399-6576.2012.02731.x

8. Gurses, E. Effects of high thoracic epidural anesthesia on mixed venous oxygen saturation in coronary artery bypass grafting surgery [Text] / E. Gurses, D. Berk, H. Sungurtekin // *Medical Science Monitor*. – 2013. – Vol. 19. – P. 222–229. doi: 10.12659/msm.883861

## References

1. Nichols, D. Nielsen, N. D. (2010). Oxygen Delivery and Consumption: A Microcirculatory Perspective. *Critical Care Clinics*, 26 (2), 239–253. doi: 10.1016/j.ccc.2009.12.003
2. De Somer, F., Mulholland, J. W., Bryan, M. R., Aloisio, T., Van Nooten, G. J., Ranucci, M. (2011). O<sub>2</sub> delivery and CO<sub>2</sub> production during cardiopulmonary bypass as determinants of acute kidney injury: time for a goal-directed perfusion management? *Critical Care*, 15 (4), R192. doi: 10.1186/cc10349
3. Ranucci, M., De Toffol, B., Isgrò, G., Romitti, F., Conti, D., Vicentini, M. (2006). Hyperlactatemia during cardiopulmonary bypass: determinants and impact on postoperative outcome. *Critical Care*, 10, 167–170.
4. Mitter, N., Grogan, K., Nyhan, D., Berkowitz, D. E. (2011). Pharmacology of Anesthetic Drugs. Opioids in Cardiac Anesthesia. In Kaplan's Cardiac Anesthesia. The Echo Era (7th ed). Phil.: "Saunders Elsevier", 223–224.
5. Chamchad, D., Horrow, J. C., Nakhchik, L., Sutter, F. P., Samuels, L. E., Trace, C. L. et. al. (2010). The Impact of Immediate Extubation in the Operating Room After Cardiac Surgery on Intensive Care and Hospital Lengths of Stay. *Journal of Cardiothoracic and Vascular Anesthesia*, 24 (5), 780–784. doi: 10.1053/j.jvca.2010.04.002
6. Haanschoten, M. C., van Straten, A. H. M., ter Woorst, J. F., Stepaniak, P. S., van der Meer, A.-D., van Zundert, A. A. J., Soliman Hamad, M. A. (2012). Fast-track practice in cardiac surgery: results and predictors of outcome. *Interactive Cardiovascular and Thoracic Surgery*, 15 (6), 989–994. doi: 10.1093/icvts/ivs393
7. Greisen, J. H., Nielsen, D. V., Sloth, E., Jakobsen, C. J. (2013). High thoracic epidural analgesia decreases stress hyperglycemia and insulin need in cardiac surgery patients. *Acta Anaesthesiologica Scandinavica*, 57 (2), 171–177. doi: 10.1111/j.1399-6576.2012.02731.x



8. Gurses, E., Berk, D., Sungurtekin, H. (2013). Effects of high thoracic epidural anesthesia on mixed venous oxygen

saturation in coronary artery bypass grafting surgery. Medical Science Monitor, 19, 222–229. doi: 10.12659/msm.883861

Дата надходження рукопису 17.03.2015

**Собокарь Віталій Олексійович**, асистент, кафедра анестезіології та інтенсивної терапії, ДЗ «Запорізька медична академія післядипломної освіти МОЗ України», вул. Новокузнецька, 36/14, м. Запоріжжя, Україна, 69118  
E-mail prib@meta.ua

**Гриценко Сергій Миколайович**, доктор медичних наук, професор, завідувач кафедри, кафедра анестезіології та інтенсивної терапії, ДЗ «Запорізька медична академія післядипломної освіти МОЗ України», вул. Чумаченко 40/121, м. Запоріжжя, Україна, 69059  
E-mail zmapo21@gmail.com

УДК 616.831-005.1:616.13-007.64- 06:615.832.9:616-001.18

DOI: 10.15587/2313-8416.2015.41698

## ГЛІКЕМІЯ В УМОВАХ ГІПОТЕРМІЇ У ХВОРИХ З ІНТРАКРАНІАЛЬНИМИ АНЕВРИЗМАТИЧНИМИ КРОВОВИЛИВАМИ

© С. О. Дудукіна

*В дослідженні наведена динаміка глікемії у хворих з інтракраніальними аневризматичними крововиливами під час проведення профілактичної гіпотермії та у хворих з ускладненими інтракраніальними аневризматичними крововиливами під час терапевтичної гіпотермії. Описана ефективність власного способу попередження та корекції гіперглікемії в умовах гіпотермії*

**Ключові слова:** інтракраніальні аневризматичні крововиливи, нейропротекція, профілактична гіпотермія, терапевтична гіпотермія, гіперглікемія, інсулін

*Despite the proven effectiveness of hypothermia as a method of neuroprotection, the presence of significant side effects requires further development of detailed protocols of usage, especially glucose.*

**Aim:** Improving treatment outcomes of patients with subarachnoid aneurysmal hemorrhage by preventing the development of hyperglycemia during systemic hypothermia.

**Materials and Methods:** The study involved 48 patients with spontaneous subarachnoid hemorrhage of aneurysmal origin. All patients were conducted intracranial surgery – clipping aneurysms of cerebral vessels during regression of arterial vascular spasm (AVS) in the systemic hypothermia prevention. Therapeutic hypothermia was performed in 29 patients with complicated disease course for 48 hours. It is evaluated the effectiveness of its own method of prevention and correction of hyperglycemia – permanent short-acting insulin before the warm saline at a dose of 2 units/hour during hypothermia

**Results:** During the prevention of hypothermia using methods of hyperglycemia episodes of above 10 mmol/L did not observe the rejection of a group of patients using the conventional method of correction of glycemia. Episodes of hypoglycemia do not observed in both groups of the study. Up to 48 hours of therapeutic hypothermia glucose levels remained stable, after 48 hours of hypothermia it is observed a significant increase in blood glucose that was cool termination criterion.

**Conclusions:** Holding insulin infusion at short-acting dose of 2 units/hour during prophylactic hypothermia prevents episodes of hyperglycemia and consequently helps to maintain homeostasis. Carrying insulin infusion at short-acting dose of 2 units/hour during therapeutic hypothermia promotes stable blood glucose levels to 48 hours. After 48 hours of hypothermia in 51.72 % of patients experienced a significant increase in blood glucose, which is one of the criteria for termination of cooling

**Keywords:** intracranial aneurysmal hemorrhage, neuroprotection, preventive hypothermia, therapeutic hypothermia, hyperglycemia, insulin

### 1. Вступ

Ефективність гіпотермії як методу нейропротекції доведено в багатьох дослідженнях, але наяв-

ність значних побічних ефектів гіпотермії потребують подальших розробок детальних протоколів виконання [1, 2].