

PŮVODNÍ PRÁCE

Hladina glukózy v krvi a ve tkáni u kriticky nemocných pacientů – srovnání odlišných metod stanovení intersticiální hladiny glukózy

Stoszková Andrea¹, Dostál Pavel¹, Musil František², Šmahelová Alena², Zadák Zdeněk³, Černý Vladimír¹

¹Klinika anesteziologie, resuscitace a intenzivní medicíny Fakultní nemocnice Hradec Králové

²Klinika gerontologická a metabolická, Fakultní nemocnice Hradec Králové

³Centrum pro vývoj a výzkum LF UK a Fakultní nemocnice Hradec Králové

Souhrn

Cíl studie: Cílem výzkumu je posoudit vhodnost miniinvazivních technologií, umožňujících kontrolu metabolismu glukózy kontinuálním monitorováním hladiny intersticiální glukózy, jako alternativ ke stanovení hladiny glukózy v krvi (intersticiální glukóza je hodnocena dvěma metodami kontinuálního monitorování – mikrodialýzou a systémem Guardian Real Time) u kriticky nemocných, ventilovaných pacientů.

Typ studie: Lokální, prospektivní.

Typ pracoviště: Klinika anesteziologie, resuscitace a intenzivní medicíny, Fakultní nemocnice.

Materiál a metodika: K monitorování hladiny intersticiální glukózy byly použity mikrodialýza a Guardian RT glucose monitoring system. Mikrodialyzační katétr, zavedený do podkožní tukové tkáně, byl promýván izotonickým roztokem rychlostí $0,3 \mu\text{L} \cdot \text{min}^{-1}$ a získaný mikrodialyzát byl sbírán v hodinových intervalech. Z hodnot glykémie naměřených systémem Guardian RT byly do studie zahrnuty pouze hodnoty naměřené v čase výměny mikrodialyzačních vzorků. Vzorky arteriální a venózní krve ke stanovení plasmatické glykémie byly odebírány v hodinových intervalech, v čase výměny mikrodialyzačních vzorků. Sběr dat probíhal 24 hodin. Získaná data byla analyzována pomocí stanovení Pearsonova korelačního koeficientu a Bland Altmanova grafu.

Výsledky: Korelační koeficient mezi arteriální glykemií a hladinou glukózy v mikrodialyzátu byl $r = 0,7044$ ($p < 0,0001$). Korelační koeficient mezi arteriální glykemií a hladinou glukózy ze systému Guardian RT byl $r = 0,6938$ ($p < 0,0001$). Korelační koeficient mezi glukózou systému Guardian RT a mikrodialýzou byl $r = 0,5736$ ($p < 0,0001$).

Závěr: Uvedené výsledky nepodporují použití systému Guardian RT a mikrodialýzy ke sledování hladin intersticiální glukózy jako alternativ k monitorování systémové glykémie u kriticky nemocných ventilovaných pacientů s těsnou kontrolou glykémie.

Klíčová slova: těsná kontrola glykémie – intersticiální glukóza – mikrodialýza – Guardian Real Time Continuous Glucose Monitoring System

Abstract

Blood and tissue glucose level in critically ill patients: Comparison of different methods of measuring interstitial glucose levels

Objective: The aim of study is to investigate whether the glucose values obtained by miniinvasive techniques of interstitial glucose monitoring (Guardian Real Time (RT) continuous glucose monitoring system and microdialysis) differ substantially from blood glucose readings and whether these methods could be used instead of blood glucose sampling in mechanically ventilated patients with tight glycemic control.

Design: Local, prospective study.

Setting: Department of Anesthesiology and Intensive Care, University Hospital.

Materials and methods: Interstitial glucose concentrations were measured by the Guardian RT system and by the microdialysis of subcutaneous adipose tissue. The microdialysis catheter was constantly perfused with isotonic solution at a flow rate of $0.3 \mu\text{L}/\text{min}$. Dialysate was collected in hourly fractions. Arterial and venous blood samples were collected in hourly intervals during 24 hours and paired with Guardian RT and microdialysis readings. Data were analyzed using the Bland-Altman method and the correlation coefficient was calculated.

Results: Correlation coefficient between arterial glycemia and microdialysis interstitial glucose level was $r = 0.7044$ ($P < 0.0001$). Correlation coefficient between arterial glycemia and Guardian RT readings was $r = 0.6938$ ($P < 0.0001$). Correlation between interstitial glucose level obtained by microdialysis and Guardian RT glucose readings was $r = 0.5736$ ($P < 0.0001$).

Conclusion: Due to obtained results, microdialysis and Guardian Real Time continuous glucose monitoring system could not be considered equivalent to blood glucose measurement and findings do not support their use for tight glycemic control management in mechanically ventilated, critically ill patients.

Keywords: tight glycemic control – interstitial glucose – microdialysis – Guardian Real Time Continuous Glucose Monitoring System

Anest. intenziv. Med., 20, 2009, č. 3, s. 153–157

Úvod

Těsná kontrola glykémie (4,4–6,1 mmol . l⁻¹) intenzivním inzulinovým režimem u kriticky nemocných pacientů může vést ke snížení jejich mortality a morbidit [1, 2, 3]. K dosažení normoglykémie jsou na jednotkách intenzivní péče nejčastěji používané protokoly založené na analýze kapilární nebo arteriální glykémie [4, 5, 6]. Nutné jsou časté kontroly hodnot systémové glykémie (maximálně ve 4hodinových intervalech), v praxi pro dlouhou dobu analýzy glykémie v laboratoři (30–60 minut) prováděné často glukometry. Analýza glykémie glukometry v kapilární arterializované krvi odebírané z bříška prstů se jeví jako nepřesná. Není však jisté, zda příčinou je samotná metoda (chyba měření glukometrů) nebo způsob odběru vzorků [7].

Ke kontinuálnímu monitorování metabolismu glukózy jsou do praxe zaváděny miniinvasivní metody – mikrodialýza [8, 9] a Guardian Real Time glucose monitoring system [10, 11, 12]. Tyto metody využívají k měření hladiny intersticiální glukózy mikrodializační katétr a glukózový senzor v případě systému Guardian RT umístěné do podkožní tukové tkáně, která je označovaná za „slibnou“ díky udávané dobré korelaci intersticiální hladiny glukózy se systémovou glykemií [8], v případě systému Guardian RT s glykemií v kapilární krvi. Z výsledků dostupných klinických studií není jasné, zda jsou tyto metody vhodné pro rutinní použití u kriticky nemocných pacientů. Naše studie byla vypracována ke zhodnocení korelace mezi intersticiální hladinou glukózy z oblasti tukové tkáně stanovené dvěma nezávislými metodami (mikrodialýzou a systémem Guardian RT) a plasmatickými hladinami glukózy stanovenými v arteriální a venózní krvi na souboru ventilovaných kriticky nemocných pacientů.

Materiál a metodika

Do studie byli zařazeni pacienti hospitalizovaní na resuscitačním oddělení od března 2007 do února 2008. Studie byla schválena Etickou komisí FN v Hradci Králové. Vstupní kritéria pro zařazení pacienta do studie zahrnovala: věk nad 18 let, BMI 22–28, umělá plicní ventilace, arteriální katétr, centrální žilní katétr, zavedený režim těsné kontroly glykémie podle hodnot arteriální glykémie získané glukometrem (tab. 1). Jako vylučovací kritéria byly použity: periferní cyanóza, centrální cyanóza, laktát ve venózní krvi více než 2 mmol . l⁻¹, arteriální BE více než -4, probíhající eliminační techniky. Kalkulovaný minimální počet pacientů pro dosažení korelačního koeficientu 0,9 na hladině významnosti $\alpha = 0,001$ byl 11.

U pacientů splňujících vstupní kritéria byl zaveden paraumbilikálně (ve vzdálenosti asi 10 cm od umbiliku) do podkožní tukové tkáně ke kontinuálnímu měření intersticiální glukózy mikrodializační katétr (CMA 60, 0,5 × 30 mm membrána, 20 kDa cut-off, CMA Micro-

Tabulka 1. Charakteristika pacientů zařazených do studie

	N nebo průměr ± SD
Pohlaví	
• muži	7
• ženy	8
Věk (roky)	66 ± 14
Diabetes mellitus v osobní anamnéze	2
Základní diagnóza	
• akutní respirační selhání	10
• stav po KPCR pro náhlou zástavu oběhu	3
• polytrauma	1
• listeriová meningitida	1
Podpora oběhu katecholaminy	11
Výživa	
• kombinovaná	8
• enterální	5
• parenterální	2
MAP (mm Hg)	85 ± 13
TF (za minutu)	93 ± 19

dialysis, Solna Sweden). Inzerce katétru byla v horizontálním směru, přibližně 1–2 cm pod kůží. Katétr po napojení na CMA 106 mikrodializační pumpu byl promýván sterilním izotonickým roztokem rychlostí 0,3 µl . min⁻¹. Získaný mikrodialyzát byl v hodinových intervalech sbírán a skladován při -25 °C.

Po zavedení mikrodializačního katétru byl zaveden kontralaterálně do podkoží, 10 cm od umbiliku pomocí zavadeče Sen-serter, glukózový senzor systému Guardian Real Time glucose monitoring, Medtronic, Inc. (NYSE: MDT). Po počáteční 2hodinové inicializaci bylo zahájeno monitorování hladiny intersticiální glukózy, během 24 hodin bylo získáno 288 hodnot. Do studie byly zahrnuty pouze hodnoty naměřené v čase výměny mikrodializačních vzorků (tj. v hodinových intervalech). Přístroj byl kalibrován po 6 hodinách zadáním hodnoty glykémie získané glukometrem z arteriální krve z důvodu délky trvání vyšetření glukózy v centrální laboratoři (30 minut).

Sběr dat byl zahájen 2 hodiny po inzerci mikrodializačního katétru a senzoru systému Guardian RT. Analýza glukózy v mikrodialyzátu byla provedena v Ústavu klinické biochemie a diagnostiky přístrojem Glucoso Analyzer (Beckman Instruments, Inc. California, rok výroby 1986).

Vzorky arteriální a venózní krve ke stanovení plasmatické glykémie byly odebírány z arteriálního a centrálního žilního katétru v hodinových intervalech, v čase výměny mikrodializačních vzorků. Odběr byl prováděn do zkumavek s fluoridem a oxalátem v požadovaném množství 2,5 ml plné krve a analyzován v centrální laboratoři přístrojem Ebio basic (Eppendorf, Hamburg, Germany, rok výroby 1986).

U pacientů byla do protokolu zaznamenána základní diagnóza a předchozí anamnéza diabetu. Během 24hodinového monitorování byly u pacientů zaznamenávány hodnoty vitálních funkcí (tepová frekvence, střední arteriální tlak krve), tělesná teplota, podpora oběhu katecholaminy, výživa, průměrná dávka inzuli-

nu, počet hypoglykemických epizod a po ukončení sběru dat byly hodnoceny lokální reakce na inzerci glukózového senzoru systému Guardian RT a mikrodialyzačního katétru.

Ke statistické analýze dat byl použit statistický software MedCalc, verze 7.6.0.0. Získaná data byla analyzována deskriptivní statistikou, ke zhodnocení korelace mezi arteriální, venózní glykemií a intersticiální glykemií byl použit Pearsonův korelační koeficient a Blandův-Altmanův graf. Hodnota $p < 0,05$ byla považována za statisticky významnou. Výsledky jsou vyjádřeny jako průměr $\pm$ SD a medián s interkvartilovým rozmezím (IQR) (25. percentil, 75. percentil).

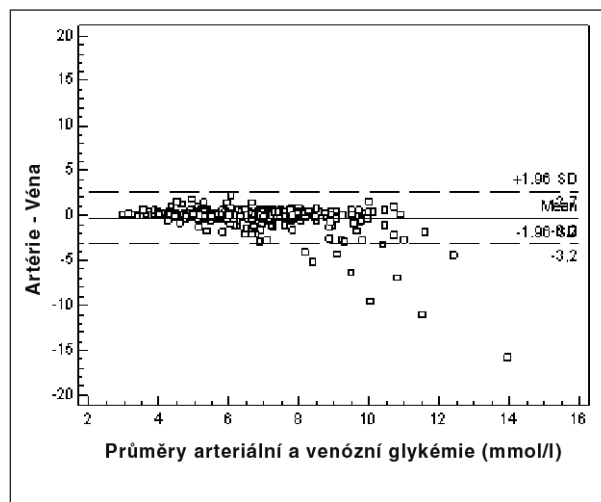
Výsledky

Do studie bylo zařazeno 15 pacientů, 7 mužů a 8 žen (tab. 1). Průměrný věk byl 66 ± 14 let. Jeden muž a jedna žena měli v osobní anamnéze diagnózu diabetes mellitus. Deset pacientů bylo hospitalizovaných na resuscitačním oddělení se základní diagnózou akutní respirační selhání, 3 pacienti po úspěšné KPR pro náhlou zástavu oběhu, jeden pacient s diagnózou polytrauma, jeden pacient s diagnózou listeriové meningitidy. U jedenácti pacientů byl v čase sběru dat oběh podporován katecholaminy (norepinefirin), čtyři pacienti měli oběh bez podpory katecholaminy. Hodnoty středního arteriálního tlaku a tepová frekvence byly zaznamenávány v čase výměny mikrodialyzačních vzorků. Během studie bylo 8 pacientů živeno kombinovanou (parenterální a enterální) výživou, pět pacientů enterální výživou a dva pacienti totální parenterální výživou.

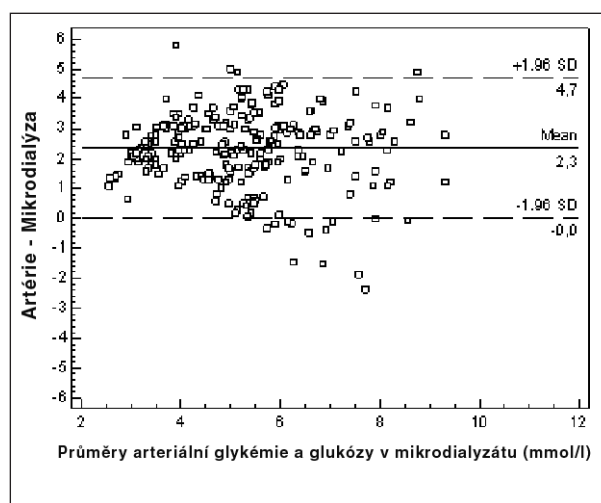
Celkem bylo analyzováno 356 vzorků arteriální glykémie, 356 vzorků venózní glykémie, 292 vzorků mikrodialyzátu a 236 hodnot glykémie ze systému Guardian RT. Medián glykémie v arteriální krvi byl 6,2 (5,1; 7,8) mmol $\cdot$ l⁻¹. Medián venózní glykémie byl 6,3 (4,9; 7,8) mmol $\cdot$ l⁻¹. Medián glukózy naměřené systémem Guardian RT byl 5,75 (4,5; 7,2) mmol $\cdot$ l⁻¹ a medián hladiny glukózy v mikrodialyzátu byl 3,8 (2,5; 5,2) mmol $\cdot$ l⁻¹.

Korelační koeficient mezi hodnotami arteriální a venózní glykémie byl $r = 0,7378$ ($p < 0,0001$, 95% CI pro $r = 0,6865 - 0,7818$), mezi glykemií v arteriální krvi a glukózou v mikrodialyzátu byl $r = 0,7044$ ($p < 0,0001$, 95% CI pro $r = 0,6415 - 0,7579$). Korelační koeficient mezi glykemií v arteriální krvi a hladinou glukózy stanovenou systémem Guardian RT byl $r = 0,6938$ ($p < 0,0001$, 95% CI pro $r = 0,6211 - 0,7546$), mezi hodnotami intersticiální glukózy získané mikrodialyzou a systémem RT Guardian byl $r = 0,5647$, $p < 0,0001$, 95% CI pro $r = 0,4613 - 0,6529$).

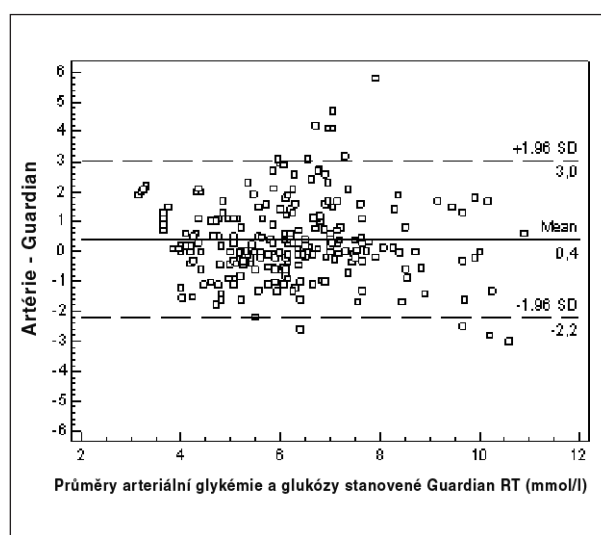
Korelační koeficienty byly dále kalkulovány u pacientů s podporou oběhu a bez podpory oběhu katecholaminy. Nebyl zjištěn signifikantně významný rozdíl korelačních koeficientů mezi arteriální a venózní glykemií ($p = 0,0930$), arteriální glykemií a hladinou glukózy v mikrodialyzátu ($p = 0,7603$) a arteriální gly-



Obr. 1. Blandovo-Altmanovo zobrazení rozptylu hodnot stanovení arteriální a venózní glykémie



Obr. 2. Blandovo-Altmanovo zobrazení rozptylu hodnot stanovení arteriální glykémie a hladiny glukózy v mikrodialyzátu



Obr. 3. Blandovo-Altmanovo zobrazení rozptylu měření arteriální glykémie a hladiny glukózy stanovené systémem Guardian RT

kémií a glukózou stanovenou systémem Guardian RT ($p = 0,0543$) u pacientů s podporou oběhu a bez podpory oběhu katecholaminy.

K vyjádření shody a rozptylu hodnot arteriální a venózní plasmatické glykémie, hodnot glukózy v mikrodialyzátu a ze systému RT Guardian bylo použito Blandovo-Altmanovo grafické zobrazení – obrázky 1, 2, 3.

Po 24 hodinách bylo zhodnoceno místo inserce senzoru a mikrodialyzačního katétru, u 14 pacientů nebyla zaznamenána žádná lokální reakce v místě aplikace, u jednoho pacienta po 21 hodinách od zavedení mikrodialyzačního katétru došlo ke krvácení z místa vpichu, pravděpodobně v souvislosti s rozvojem těžké trombocytopenie. V okamžiku zjištění krvácivé komplikace byl sběr dat zastaven. Během 24hodinového sběru dat nebyla zaznamenána žádná hypoglykemická epizoda, průměrná dávka inzulínu byla $3,8 \pm 1,8$ I.U./hod.

Diskuse

Hlavním zjištěním studie je vysoká korelace a nízký rozptyl hodnot glykémie stanovené v arteriální a venózní krvi, dobrá korelace a větší rozptyl hodnot arteriální glykémie a glukózy stanovené systémem Guardian RT a mikrodialýzou. V dostupné literatuře je jen málo studií porovnávajících arteriální glykémii s hladinou intersticiální glukózy v mikrodialyzátu u kriticky nemocných, přestože zavedení metod kontinuálního monitorování hladiny glukózy do praxe by mohlo vést ke snížení rizika vzniku závažných hypoglykemií, zejména u nemocných v těžké sepsi [19]. Ellmerer et al. [8] srovnávali arteriální glykémii a koncentraci glukózy v mikrodialyzátu získaném z podkožní tukové tkáně u úzce definované skupiny pacientů po kardiokirurgickém výkonu. Ve studii byl jako perfuzní roztok použit 5% manitol a rychlost perfuze byla $1 \mu\text{l} \cdot \text{min}^{-1}$. Korelace mezi oběma metodami byla vysoká, s korelačním koeficientem 0,9. Velmi dobrou korelaci mezi arteriální glykemií a intersticiální glukózou v mikrodialyzátu z podkožní tukové tkáně u 6měsíčního dítěte s neonatálním diabetem uvádí ve své studii Baumeister et al. [13], korelační koeficient $r = 0,89$, upozorňuje zároveň na rozdílnou dynamiku mezi systémovou glykemií a hladinou intersticiální glukózy. Naše studie byla na rozdíl od uvedených prací provedena na neselektované skupině kriticky nemocných ventilovaných pacientů s použitím odlišné metody, což mohlo ovlivnit dosažené výsledky.

Zcela chybí literární údaje o použití systému Guardian RT u kriticky nemocných pacientů. Snaha o lepší metabolickou kompenzaci diabetiků 1. typu vedla k vývoji miniinvazivních technik kontinuálního monitorování glykémie a studie byly nejčastěji prováděné u diabetiků v ambulantní péči. Cílem studie Chetty VT et al. [11] bylo u diabetiků 1. typu dosáhnout lepší kontroly glykémie a hodnot glykovaného hemoglobinu

použitím systému kontinuálního monitorování hladiny glukózy (CGMS) ve srovnání s glykemií stanovenou glukometry. Ve studii se metoda CGMS jevila jako vhodná k detekci zejména noční asymptomatické hypoglykémie [11], ale nebyla srovnávána jednotlivá měření a korelace mezi metodami. Hodnoty intersticiální glukózy získané systémem CGMS pomocí několika současně aplikovaných senzorů (od jednoho až pěti) jednomu pacientovi, porovnává studie Goldberg et al. [12]. Korelační koeficient $r = 0,88$ mohl být ovlivněn samotnou metodou nebo rozdílnou hladinou intersticiální glukózy v místech rozdílnou tkáňovou perfuzí.

Porovnání mikrodialýzy a systému Guardian RT je porovnáním dvou metod založených na odlišném principu – metody ekvibrace perfundujícího roztoku s intersticiální tekutinou a systému založeném na glukózo-oxidázové reakci s detekcí elektrochemického potenciálu. Mikrodialýza kromě sledování koncentrace hladiny glukózy umožňuje současně stanovit substance buněčného metabolismu (např. laktát, pyruvát, glycerol) v extracelulárním prostoru [9, 14]. Její nevýhodou je vyšší finanční náročnost a pro klinické využití nutnost bedside analýzy. Předností systému Guardian RT je „real time“ zobrazení glykémie v 5minutových intervalech, limitací je jeho kalibrace. Systém Guardian RT je kalibrován pomocí glukometru (v naší studii z plné arteriální krve). Studie porovnávající hodnoty glykémie stanovené v centrální laboratoři a glukometrem u kriticky nemocných pacientů ukazují na signifikantní rozdíl mezi jednotlivými metodami [15], především u pacientů se systémovou hypoperfuzí [14].

Uváděná průměrná koncentrace glukózy v tkáni je $2,09 \text{ mmol} \cdot \text{l}^{-1}$. Hladina intersticiální glukózy je ovlivněna působením endogenního inzulínu na metabolismus tkáňové glukózy, variabilní utilizací a eliminací glukózy v intersticiu a variabilním krevním průtokem [16]. U kriticky nemocných pacientů je navíc ovlivněna farmakoterapií, kontraregulačními hormony, inflamačními působky, inzulinovou rezistencí, akcelerovanou lipolýzou a glukoneogenezí [17]. Dalším faktorem ovlivňujícím hodnotu intersticiální glukózy je dynamika mezi systémovou a tkáňovou glukózou. Hodnota intersticiální glukózy po farmakologicky navozené hyperglykémii dosahuje pouze 70 % systémové glykémie a je přibližně o 15 minut opožděná a naopak inzulinem navozená hypoglykémie není následovaná stejným poklesem tkáňové glukózy [10, 18].

Další studie zaměřené na vztah systémové a tkáňové glukózy u kriticky nemocných pacientů jsou nutné před implementací technik kontinuálního monitorování intersticiální glukózy do rutinní praxe. Zlepšení technologie, častější kalibrace a kalibrace plasmatickou arteriální glykemií analyzovanou laboratoří jsou možnou cestou k dosažení přesnější analýzy glykémie pomocí systému Guardian RT. Pro protokoly těsné kontroly glykémie u kriticky nemocných pacientů nadále zůstává zásadní stanovení (v centrální laboratoři nebo analyzátozem krevních plynů [14]) systémové glykémie.

Závěr

Získané výsledky nepodporují použití systému Guardian RT a mikrodialýzy ke sledování hladin intersticiální glukózy jako alternativy k monitorování systémové glykémie u kriticky nemocných, ventilovaných pacientů s těsnou kontrolou glykémie.

Literatura

1. Van den Berghe, G., Wouters, P., Weekers, F., Verwaest, C., Bruyninck, F., Schetz, M., Vlasselaers, D., Ferdinande, P., Lauwers, P., Bouillon, R. Intensive insulin therapy in the critically ill patients. *N. Engl. J. Med.*, 2001, 345, p. 1359–1367.
2. Anger, E. K., Szumita, M. P. Barriers to glucose control in the intensive care unit. *Pharmacotherapy*, 2006, 26, 2, p. 214–228.
3. Van den Bergh, G., Schoonheydt, K., Becx, P., Bruynicks, F., Wouters, P. J. Insulin therapy protects the central and peripheral nervous system of intensive care patients. *Neurology*, 2005, 64, p. 1348–1353.
4. Krinsley, J. S. Effect of an intensive glucose management protocol on the mortality of critically ill adult patients. *Mayo Clin. Proc.*, 2004, 79, p. 992–1000.
5. Zimmerman, C. R., Mlynarek, M. E., Jordan, J. A., Rajda, C. A., Horst, H. M. An insulin infusion protocol in critically ill cardiothoracic patients. *Ann. Pharmacother.*, 2004, 38, p. 1123–1129.
6. Golberg, P. A., Siegel, M. D., Sherwin, R. S. et al. Implementation of safe and effective insulin infusion protocol in a medical intensive care unit. *Diabetes Care*, 2004, 32, p. 311–316.
7. Critchell, Dana C., Savarese, V., Callahan, A., Aboud, C., Jabbour, S., Marik, P. Accuracy of bedside capillary blood glucose measurements in critically ill patients. *Intensive Care Med.*, 2007, 33, p. 2079–2084.
8. Ellmerer, M., Haluzik, M., Blaha, J., Kremen, J., Svčina, S., Schaupp, L., Plank, J., Pieber, T. Clinical evaluation of alternative site glucose measurements in patients after major cardiac surgery. *Diabetes Care*, 2006, 29, p. 1275–1281.
9. Bahlmann, L., Wagner, K., Heringlake, M., Wirtz, Chr., Futterer, T., Schmucker, P., Klaus, S. Subcutaneous microdialysis for metabolic monitoring in abdominal aortic surgery. *J. Clinical. monitoring and computing*, 2002, 17, p. 309–312.
10. Aussedat, B., Dupire-Angel, M., Gifford, R., Klein, J. C., Wilson, G. S., Reach, G. Interstitial glucose concentration and glycemia: implications for continuous subcutaneous glu-

cose. *Am. J. Physiol. Endocrinol. Metab.*, 2000, 278, E716–E728.

11. Chetty, V. T., Almulla, A., Oduyungbo, A., Thabane, L. The effect of continuous subcutaneous glucose monitoring (CGMS) versus intermittent whole blood finger-stick glucose monitoring (SBGM) on hemoglobin A1c (HBA1c) levels in Type I diabetic patients: A systematic review. *Diabetes Res. Clin. Pract.*, 2008.
12. Goldberg, P. A., Siegel, M. D., Russell, R. R., Sherwin, R. S., Halickman, J. I., Cooper, D. A., Dziura, J. D., Inzucchi, S. E. Experience with the continuous glucose monitoring system in a medical intensive care unit. *Diabetes Technol. Ther.*, 2004, 6, 3, p. 339–347.
13. Baumeister, F. A., Hack, A., Busch, R. Glucose-monitoring with subcutaneous microdialysis on neonatal diabetes mellitus. *Klin. Padiatr.*, 2006, 218, 4, p. 230–232.
14. Kulkarni, A., Saxena, M., Price, G., O'Leary, M. J. Analysis of blood glucose measurements using capillary and arterial blood samples in intensive care patients. *Intensive Care Med.*, 2005, 31, 1, p. 142–145.
15. Bedside Glucometry Not Always Accurate in Critically Ill Patients. *Mayo Clin. Proc.*, 2008, 83, p. 400–405.
16. Koschinsky, T. *Glucose monitoring: Is the site important?* Presented at the 18th International Diabetes Federation Congress, August 25–29, 2003, Paris, France.
17. Robinson, L. E., van Soeren, M. H. Insulin resistance and hyperglycemia in critical illness: role of insulin in glycemic control. *Am. Assoc. Crit. Care Nurses Clin. Issues*, 2004, 15, p. 45–62.
18. Kulcu, E., Tamada, J. A., Reach, G., Potts, R. O., Lesho, M. J. Physiological differences between interstitial glucose and blood glucose in human subjects. *Diabetes Care*, 2003, 26, 8, p. 2405–2409.
19. Brunkhorst, F. M., Engel, Ch., Bloos, F., Meier-Hellmann, A., Ragaller, M. et al. Intensive Insulin Therapy and Pentastarch Resuscitation in Severe Sepsis. *N. Engl. J. Med.*, 2008, 358, p. 125–139.

Práce byla podpořena Výzkumným záměrem MZO 00179906.

Došlo 24. 11. 2008.

Přijato 10. 3. 2009.

Adresa pro korespondenci:

MUDr. Andrea Stoszková

Klinika anesteziologie, resuscitace a intenzivní medicíny

Fakultní nemocnice Hradec Králové

Sokolská 581

500 05 Hradec Králové

e-mail: vlkova@fnhk.cz

Výuka neodkladné resuscitace na internetu

Na internetu jsou dostupné následující materiály pro výuku základní a rozšířené neodkladné resuscitace. Materiály vznikly s podporou projektu FRVŠ a jsou volně k užití pro výuku a samostudium studentů.

- Základní resuscitace česky
<http://www.lf3.cuni.cz/cs/pracoviste/anesteziologie/vyuka/studijni-materialy/neodkladna-resuscitace/>
- Základní resuscitace anglicky
<http://www.lf3.cuni.cz/en/departments/anesteziologie/vyuka/studijni-materialy/resuscitation/index.html>

ziologie/vyuka/studijni-materialy/resuscitation/index.html

- Rozšířená resuscitace česky
<http://www.lf3.cuni.cz/cs/pracoviste/anesteziologie/vyuka/studijni-materialy/rozsirena-neodkladna-resuscitace/>
- Rozšířená resuscitace anglicky
<http://www.lf3.cuni.cz/en/departments/anesteziologie/vyuka/studijni-materialy/advanced-resuscitation/>

Jiří Málek