

Analýza krevních ztrát po primární TEP kyčle a kolena

Multivariate Analysis of Blood Loss during Primary Total Hip or Knee Arthroplasty

J. LOŠŤÁK¹, J. GALLO¹, D. MLČŮCHOVÁ^{2,3}

¹Ortopedická klinika FN a Univerzita Palackého v Olomouci

²Univerzita Palackého v Olomouci, Přírodovědecká fakulta, Katedra matematické analýzy a aplikací matematiky

³Univerzita Palackého v Olomouci, Přírodovědecká fakulta, Katedra geoinformatiky

ABSTRACT

PURPOSE OF THE STUDY

The primary aim of the study was to identify characteristics predicting the blood loss associated with primary total hip (THA) and knee (TKA) arthroplasty surgery. The other objective was to find out which characteristics were important for peri-operative allogeneic blood transfusion in the same group of patients.

MATERIAL AND METHODS

This prospective study comprised 210 consecutive patients who underwent primary THA (n = 115) or primary TKA (n = 95) at our department. In each patient, 21 pre-operative and peri-operative characteristics were recorded. Of them, the following characteristics were selected for statistical evaluation: age, gender, BMI, primary diagnosis, Charlson co-morbidity score, type of prophylaxis for deep-vein thrombosis, type of implant fixation (in THA), pre-operative INR value, haematocrit, haemoglobin (Hb) and platelet levels, amount of autologous blood donated by the patient, ASA score, operative time, use of tourniquet (in TKA), type of anaesthesia used, blood recuperation and patient's smoking habits. Multivariate analysis was used as the statistical method. For hypothesis testing, a statistical significance level of 0.05 was stated and, for enclosing (removing) characteristics to (from) multivariate models, the significance level was set at 0.11.

RESULTS

The group included 81 men and 129 women; the mean age at the time of surgery was 65.5 ± 11.97 years (mean \pm SD) in the THA patients and 68.5 ± 8.52 years in the TKA patients. Primary osteoarthritis was the most frequent surgical diagnosis (THA, 64.35%; TKA, 82.1%). The mean amount of blood loss was 1258 ± 402.6 ml in THA and 1580 ± 475.5 ml in TKA. The mean amount of allogeneic blood required was 130 ± 202 ml when all THA patients were considered, and 371.95 ± 159.3 ml when only those who received it were involved. For the TKA patients, the corresponding values were 160.1 ± 278.8 ml for all patients and 507 ± 264.5 ml for blood recipients only. The characteristics that affected the amount of blood loss in THA included BMI, ASA score, blood recuperation, type of anaesthesia, and smoking habits; in TKA these were BMI, pre-operative platelet count, INR and type of anaesthesia. High pre-operative Hb levels made the probability of allogeneic blood requirement lower in both THA and TKA. Autotransfusion decreased the probability of allogeneic blood requirements only in THA.

DISCUSSION

That the pre-operative Hb level is the strongest predictor for the probability of allogeneic blood transfusion during both THA and TKA is a logical and well-known fact. What remains to be established is the optimal protocol for pre-operative preparation of the patients with low Hb levels undergoing elective replacement (hip and knee) surgery. This study clearly showed that, in THA patients, pre-operative autologous blood donation decreased the probability of allogeneic blood transfusion. Other results of our multivariate analyses were not clinically unambiguous and therefore further research on a larger patient group is warranted. Such studies will also require the development of a more exact method for the assessment of blood loss at the operating theatre.

CONCLUSION

The patients with low pre-operative Hb levels have a high probability that they will require allogeneic blood transfusion during primary THA and TKA. Autologous blood donation can decrease this probability significantly (here proved only for THA patients). The multivariate model of blood loss published here could assist in estimation of peri-operative blood loss and potential risk of blood transfusion requirements.

Key words: total hip arthroplasty, total knee arthroplasty, blood loss, allogeneic blood transfusion, pre-operative haemoglobin, autotransfusion, multivariate analysis.

ÚVOD

Krvácení je nedílnou a očekávanou součástí operačních výkonů. Implantace totálních endoprotéz (dále pouze TEP) kyčlí a kolen nejsou výjimkou. Otevřená spongiózní kost a velká operační plocha vytvářejí podmínky pro větší krvácení. Proto mohou krevní ztráty dosahovat i více než 2000 ml (2). Obecným cílem je, aby krvácení bylo co nejmenší. Tomu se podřizuje předoperační příprava, operační technika i následná péče.

Rozsah krvácení není funkcí jednoho parametru, nýbrž závisí na souhrně řady okolností. Z didaktických důvodů můžeme tyto faktory rozdělit na faktory ovlivněné pacientem (komorbidita, předoperační příprava, individuální dispozice apod.) a faktory související s operací (operační přístup, vytríbenost operační techniky, stavění krvácení, fixace implantátu, délka operace, typ anestezie atd.). Bezpochyby se na velikosti krevních ztrát podílí také plošná prevence tromboembolické nemoci (2, 23). Z praktického hlediska by bylo výhodnější členit výše uvedené faktory na ovlivnitelné a neovlivnitelné. Větší krevní ztráty je nutné hradit, nejlépe převodem autologní krve, včetně rekuperací, neboť převody alogenní krve jsou považovány přes veškerý pokrok v hematologii a transfuzním lékařství stále za biologicky rizikové. V literatuře se uvádí, že až u 74 % pacientů po TEP je nutné hradit krevní ztráty převody krve (1, 5).

Cílem předkládané studie bylo zjistit, které faktory predikují velikost doložitelných krevních ztrát a následných převodů alogenní krve na našem pracovišti. Znalost těchto charakteristik by nám měla umožnit určit předem rizikové pacienty a přizpůsobit jim perioperační péči („individualizovat léčebnou péči“).

MATERIÁL A METODIKA

Soubor pacientů

Do studie jsme zařadili celkem 210 po sobě jdoucích pacientů (81 mužů a 129 žen), u kterých jsme na našem pracovišti v období od března do září 2011 implantovali primární TEP kyčelního (n = 115) nebo kolenního kloubu (n = 95). Základním kritériem pro zařazení do studie byla primární implantace TEP kyčle nebo kolena. Do studie tedy nebyli zařazeni pacienti s frakturou krčku femuru. Základní charakteristiky souboru jsou uvedeny v tabulce 1.

Implantáty a operační technika

Operace byly vedeny v celkové anebo svodné anestezii. Antibiotikum bylo podáno s úvodem do anestezie. Z hlediska prevence tromboembolické nemoci převažoval Fraxiparine s.c. (tab. 1). První dávku, obvykle 0,4 ml s.c. u pacientů nad 70 kg, jsme podávali 12 hodin před operací a v prevenci jsme pokračovali minimálně 35 dnů od operace (v dávkování podle váhy pacienta). Operace kyčelního kloubu byla provedena v poloze na zádech z anterolaterálního přístupu. Operace na kolenním kloubu byly provedeny z mediálního parapatelárního přístupu.

V souboru kyčelních náhrad byla nejvíce zastoupena cementovaná TEP (n = 68 pacientů; 59,1 %), u náhrady

kolenního kloubu jsme použili u všech operací cementované implantáty. U 77 kyčlí a 65 kolen (67,6 % operací) byl použit pooperační rekuperační systém Dren-tech surgical od firmy Redax, což je uzavřený systém ovládaný vakuovou jednotkou s dvojitou integrovanou filtrací. Rekuperaci jsme indikovali u pacientů, kteří neměli autotransfúze, resp. měli maximálně jednu. Naopak neindikovali jsme ji u pacientů s vysokou předoperační hladinou hemoglobinu a u pacientů s hematologickým či onkologickým onemocněním v anamnéze. Ostatní charakteristiky pacientů nebo operace jsou uvedeny v tabulce 1.

Sběr údajů a statistika

U pacientů zařazených do studie bylo prospektivně sledováno celkem 21 předoperačních a perioperačních parametrů. Krevní ztráty byly zjišťovány a registrovány průběžně proškolenými zdravotními sestrami. Výsledný objem krevních ztrát vznikl tak, že se sečetl kvalifikovaný odhad perioperačních krevních ztrát (oficiální údaj uváděný běžně v záznamu o operaci; vzniká odečtením objemu roztoků použitých k výplachům od celkového množství tekutiny nasbírané v průběhu operace) s pooperačními ztrátami krve v odsavné drenáži. Kontrolu dat a doplnění lékařských údajů prováděl první autor (JL).

Primárním cílem studie bylo zjistit, který ze sledovaných znaků nejlépe predikuje pravděpodobnost podání alogenní krve při primární TEP kyčle a kolena. Jednou z možných statistických metod, která vhodně uvedenou pravděpodobnost vyjádří, je lineární zobecněný model (soubor matematických rovnic popisujících chování sledovaného předmětu a predikujících další vývoj). Vycházíme z předpokladu, že pravděpodobnost podání alogenní krve se s určitými hodnotami sledovaných znaků mění – lineárně narůstá anebo klesá. Zobecněný model byl použit vzhledem k charakteru vstupních (vysvětlujících) proměnných, které byly jak spojité (např. věk), tak kategoriální povahy (např. pohlaví). Pro nejvěrnější znázornění klinické reality bylo sestaveno několik modelů různých kombinací vstupních proměnných a pro každý model bylo vypočítáno Akaikeho informační kritérium korigované na počet vložených parametrů (AICc). Nejvhodnější model byl vybrán podle nejnižší hodnoty AICc. Charakteristika AICc, která slouží k porovnávání modelů a představě o modelu samotném, nám zjednodušeně řečeno ukazuje, jak velkou část pozorovaného rozptylu hodnot (zde: podané alogenní krve, velikosti krevních ztrát) můžeme přičíst na vrub statisticky významným vysvětlujícím znakům (zde hladiny Hb, BMI, ...).

Další statistickou metodou použitou v článku je logistická regrese, kterou jsme aplikovali na situace, kdy jsme nevysvětlovali celkové množství podané alogenní krve, ale problém jsme zúžili rozdělením souboru podle konkrétní velikosti podané krve (pacienti byli tedy rozděleni do dvou skupin: ti, kteří dostali určité množství alogenní krve a ostatní). Jako rozdělovací hodnoty jsme určili 0 ml a dvě transfuzní jednotky (= cca 600 ml). Otázka zněla následovně: jaká je pravděpodobnost, že pacient s určitými znaky dostane po implantaci primární

TEP kyčle / kolena alespoň nějakou alogenní krev, resp. více než 600 ml alogenní krve? Výsledný model byl opět vybrán z několika navržených modelů pomocí nejnižší hodnoty AICc.

Sekundárním cílem studie bylo zjistit, jaké parametry ovlivňují velikost krevních ztrát. Postupovali jsme podle stejných pravidel jako u primárního cíle studie.

K porovnání vybraných spojitých / kategoriálních znaků obou souborů byl použit Mann-Whitneyho U-test (srovnání dvou skupin pacientů v jednom znaku), Kruskal-Wallis ANOVA test (srovnání více skupin pacientů v jednom znaku) a Spearmanův korelační koeficient (posouzení vztahu mezi spojitými veličinami). Statistické zpracování provedl profesionální statistik (DM) pomocí SAS software (SAS Institute Inc.).

VÝSLEDKY

Výše uvedené cíle jsme testovali na souboru 115 TEP kyčlí a 95 TEP kolen. Průměrný objem krevních ztrát byl u náhrady kyčelního kloubu $1258 \pm 402,6$ ml (průměr \pm směrodatná odchylka), u náhrady kolenního kloubu $1580 \pm 475,5$ ml. Základní charakteristiky souboru a jejich porovnání jsou uvedeny v tabulce 1.

Hrazení krevních ztrát

K pooperačnímu hrazení krevních ztrát jsme nejčastěji využívali rekuperaci a teprve poté jsme indikovali podle krevního obrazu a stavu pacienta buď transfuze autologní (pokud byla k dispozici), anebo alogenní krve. Spotřeba alogenní krve v přepočtu na jednoho pacienta byla **vyšší u TEP kolena** ($160,1 \pm 278,8$ ml) ve srovnání s **TEP kyčle** (130 ± 202 ml). Další podrobnosti o rozsahu krevních převodů jsou uvedeny v tabulce 2.

Odhad rizika vyšších krevních ztrát

Z hlediska klinické praxe by bylo velmi užitečné znát dopředu rizikovou kombinaci znaků, která by mohla vysvětlit velké krevní ztráty. Pokusili jsme se v této souvislosti zpracovat naše data **pomocí zobecněného lineárního modelu**. Do modelu byly postupně řazeny následující faktory: věk, pohlaví, BMI, index komorbidit, hypertenze, kouření, typ anestezie, ASA skóre, krvácivé poruchy v anamnéze, antikoagulační terapie, předoperační hodnoty hemoglobinu, INR, krevních destiček a hematokritu, délka operace, typ fixace implantátu (u kyčlí), počet Redonových drénů, rekuperace, autotransfuze a diabetes mellitus. Modelovali jsme celkem 20 různých kombinací výše uvedených parametrů a výsledný model byl vybrán pomocí Akaikeho informačního kritéria, resp. významnosti Waldových statistik. Odhady významných parametrů, které by mohly predikovat velikost krevních ztrát u TEP kyčlí / kolen jsou uvedeny v tabulce 3.

Jen pro ilustraci: jestliže k implantaci primární TEP kolena přichází pacient s BMI 32, INR = 0,98, trombocyty = 222 a zvolíme u něj celkovou anestezii, lze podle našeho nejlepšího modelu odhadnout předpokládanou velikost krevních ztrát následujícím způsobem: krevní ztráty = $2804,85 + (-17,52 \times 32) + (285,22 \times 0,98) + (-3,77 \times 222) + (-174,55 \times 1) = 1512,24$ ml (95% interval

spolehlivosti = 646,24–2378,24 ml). Při spinální anestezii dostaneme u stejného pacienta průměrnou hodnotu 1686,79 ml.

Faktory predikující podání alogenní krve u TEP kyčle / kolena

a) Nejprve jsme se snažili určit, jaká kombinace sledovaných znaků nejlépe predikuje zadání „**alogenní krev podána – ano či ne**“. K analýze jsme použili **logistickou regresí**. Do analýzy jsme zařadili následující proměnné: věk, pohlaví, BMI, množství autotransfuzí, délku operace, antikoagulační terapii, index komorbidit, předoperační hodnoty hemoglobinu, trombocytů a INR a typ fixace implantátu (pouze u kyčlí).

U TEP kyčle jsme zjistili dva významné parametry predikující riziko podání alogenní krve, a to **přítomnost autotransfuzí** ($p = 0,0034$) a **předoperační hladinu hemoglobinu** ($p = 0,0264$).

U TEP kolena předpovídaly pravděpodobnost podání alogenní krve nejlépe předoperační **hodnota INR** ($p = 0,0800$), **BMI** ($p = 0,0077$) a **předoperační hladina hemoglobinu** ($p = 0,0056$).

b) Poté jsme soubor rozdělili podle objemu podané alogenní krve na pacienty, kterým bylo **podáno 600 a více ml a ty**, jimž bylo podáno **menší množství alogenní krve**.

Za této situace předpovídal podání alogenní krve v objemu nad 600 ml **u pacientů s TEP kyčle** nejlépe model se dvěma významnými parametry: **přítomnost autotransfuzí** ($p = 0,0645$) a **věk pacienta** ($p = 0,0259$).

U pacientů s TEP kolena předpovídal pravděpodobnost podání 600 a více ml alogenní krve model se třemi významnými parametry: **mužské pohlaví** ($p = 0,0215$), **věk pacienta** ($p = 0,0242$) a **předoperační hladina hemoglobinu** ($p = 0,0473$).

c) Jestliže jsme jako rozdělovací hodnotu hemoglobinu stanovili **120 g/l**, pak měli pacienti s hemoglobinem pod touto hladinou před primární **TEP kyčle významně vyšší riziko podání alogenní krve** (pro TEP kyčle $p = 0,007$; pro TEP kolena $p = 0,82$; Mann-Whitney U-test).

d) Pokusili jsme se také zjistit, nakolik by analýzu odhadu podané alogenní krve ovlivnil fakt, že v potaz nevezmeme parametr „alogenní krev nepodána“. Analýzou výše uvedených proměnných se nám podařilo prokázat (zobecněný lineární model), že **spotřeba alogenní krve je u TEP kyčle i kolena** významně ovlivněna především **věkem pacienta a předoperační hladinou hemoglobinu**. Postupně jsme model zpřesňovali pomocí Akaikeho kritéria a jako nejpřiléhavější se **pro TEP kyčle** jevil model se třemi významnými parametry: **věk** ($p < 0,0001$), **BMI** ($p = 0,0346$) a **délka operace** ($p = 0,0539$). **Pro TEP kolena** byly jako významné určeny **věk pacienta** ($p = 0,0006$) a **předoperační hladina hemoglobinu** ($p = 0,0002$).

DISKUSE

V naší studii prezentujeme výsledky analýzy parametrů ovlivňujících spotřebu alogenní krve, resp. velikost krevní ztráty u primárních TEP kyčlí a kolen.

Zjistili jsme, že velikost krevních ztrát byla u našich pacientů s primární TEP kyčle ovlivněna BMI, ASA skóre, rekuperací, typem anestezie a kouřením, zatímco u primární TEP kolena vysvětlovaly velikost krevních ztrát v našem modelu BMI, typ anestezie a předoperační hodnoty trombocytů, resp. INR. Pravděpodobnost podání alogenní krve po primární TEP kyčle / kolena snižovala u našich pacientů především vyšší předoperační hladina hemoglobinu. U TEP kyčlí sehrává pozitivní roli předoperační příprava autotransfuzí, která však neovlivnila pravděpodobnost podání alogenní krve u primární TEP kolena.

V našem souboru byl celkový objem pooperačních krevních ztrát u náhrady kyčelního kloubu $1258 \pm 402,6$ ml, u náhrady kolenního kloubu $1580 \pm 475,5$ ml, s čímž rozhodně nemůžeme být spokojeni, přestože se v literatuře uvádí, že u náhrady kolena mohou být celkové pooperační ztráty až do 2500 ml (10, 22, 26, 28, 29). U náhrady kyčle jsou tyto objemy většinou nižší a pohybují se mezi 500–1800 ml (9, 14, 17, 18). Podobné krevní ztráty jako v našem souboru po primárních ná-

hradách publikovali například Sehat a kol., kteří u TEP kyčle naměřili průměrně 1510 ml a u TEP kolena pak 1498 ml (28). Naopak významně nižší ztráty po TEP kolena dosáhli například Prasad a kol., a to v průměru $663 \pm 209,7$ ml (22). Velkou variabilitu v publikovaných objemech krevních ztrát není možné jednoduše vysvětlit pouze rozdílnou metodologií při získávání dat. Určitou roli sehrávají rozdíly v operačních zvyklostech (bez-krevnost, precizní stavění krvácení, použití drénů, jejich počet apod.), což jsou faktory ovlivnitelné.

Velikost krevních ztrát jsme zkusili vztáhnout k sérii předoperačních a perioperačních znaků. Hledali jsme takový model, který by co nejlépe vyhovoval našim pacientům. Je však třeba říci, že žádná kombinace zjištěných prediktorů nevysvětluje více než 29 % z variability velikosti krevních ztrát (tab. 3). U primární TEP kyčle jsme zjistili, že vyšší BMI zvyšuje velikost krevních ztrát, zatímco stejný parametr u primárních TEP kolen velikost krevních ztrát snižoval. V literatuře lze nalézt jak potvrzující (31), tak neutrální studie (22). Například Bowditch a kol. publikovali

Tab. 1. Základní charakteristiky souboru; * – střední hodnota \pm směrodatná odchylka; ** – horní řádek se týká celého souboru, tedy i pacientů, kteří transfuzi nedostali, zatímco spodní řádek se týká pouze pacientů, kteří transfuzi dostali; LMWH – nízkomolekulární hepariny

Znak		Soubor TEP kyčle (n = 115)	Soubor TEP kolena (n = 95)	p hodnota
Pohlaví	muž	40 (34,8 %)	41 (43 %)	0,215
	žena	75 (65,2 %)	54 (57 %)	
Primární diagnóza	primární artróza	74 (64,4 %)	78 (82,1 %)	0,004
	sekundární artróza	41 (35,6 %)	17 (17,9 %)	
Věk		$65,5 \pm 11,97^*$	$68,5 \pm 8,52$	0,157
Váha (kg)		79 (41–125)	87 (54–151)	0,001
Výška (cm)		167 (143–192)	168 (148–192)	0,598
BMI		$28,14 \pm 5,22$	$30,86 \pm 5,6$	0,001
Komorbidity index		$2,2 \pm 3,19$	$2,02 \pm 2,64$	0,849
ASA klasifikace		$2,12 \pm 0,56$	$2,17 \pm 0,45$	0,605
Typ fixace implantátu	cementovaná	68 (59,1 %)	95 (100 %)	
	hybridní	14 (12,2 %)	0 (0 %)	
	necementovaná	33 (28,7 %)	0 (0 %)	
Délka operace (min.)		69,0 (40–169)	70,4 (42–122)	0,32
Délka bezkrevnosti (min.)		-	44,7 (0–82)	
Počet drénů	1	0 (0 %)	0 (0 %)	0,166
	2	57 (49,6 %)	38 (40 %)	
	3	58 (50,4 %)	57 (60 %)	
Typ anestezie	celková	70 (60,9 %)	52 (55 %)	0,496
	spinální	45 (39,1 %)	43 (45 %)	
Typ tromboprolaxe	LMWH	84 (73,1 %)	77 (81,1 %)	0,169
	perorální antikoagulancia	31 (26,9 %)	18 (18,9 %)	
Kouření	nekuřák	83 (72,1 %)	64 (68 %)	0,413
	kuřák	17 (14,7 %)	13 (13 %)	
	stopkuřák	15 (13,2 %)	18 (19 %)	
Laboratorní hodnoty předoperační	hemoglobin (g/l)	$132,7 \pm 12,7$	$135,70 \pm 12,5$	0,084
	INR	$1,05 \pm 0,36$	$1,02 \pm 0,3$	0,679
	trombocyty	$238 \pm 59,2$	$234,7 \pm 53,56$	0,911
	hematokrit	$0,39 \pm 0,04$	$0,4 \pm 0,038$	0,0274
Autologní transfuze (ml)		$116,9 (0-500)^{**}$	$166,26 (0-800)$	0,814
		$344,4 (220-500)$	$415,66 (250-800)$	0,0762
Alogenní transfuze (ml)		$130 (0-750)$	$160,1 (0-1200)$	0,796
		$371,95 (200-750)$	$507 (300-1200)$	0,001

Tab. 2. Přehled objemů krevních náhrad (vztaženo k pacientům, u nichž byl konkrétní způsob převodu provedený); TEP kyčle – alogenní převod 40x, autologní 39x, rekuperace 107x; TEP kolena – alogenní převod 30x, autologní 38x, rekuperace 92x

	Alogenní krev (ml)				Autologní krev (ml)				Rekuperace (ml)			
	průměr	25% kvartil	medián	75% kvartil	průměr	25% kvartil	medián	75% kvartil	průměr	25% kvartil	medián	75% kvartil
TEP kyčle	373,8	250	300	550	344,4	250	250	500	443,5	250	400	550
TEP kolena	507	300	325	600	415,7	250	480	500	729,9	500	725	900

Tab. 3. Parametry, které ovlivňují velikost perioperačních krevních ztrát u TEP kyčle / kolena v zobecněném lineárním modelu ($R^2=0,29$); * – odhad \pm směrodatná odchylka odhadu; intercept je teoretická hodnota, k níž model dospěje, jestliže nabudou všechny ostatní uvedené parametry hodnotu 0; v tabulce jsme ponechali také kategorie, které mají význam na hladině větší než 0,05 (jde o kategorie proměnných kouření a typ anestezie), bez těchto parametrů není možné označit model jako nejlepší

Znak	Odhady parametrů	p hodnota
TEP kyčle		
Intercept	740,45 \pm 240,71*	0,0027
Rekuperace	581,26 \pm 137,85	< 0,0001
BMI	13,32 \pm 6,59	0,0459
ASA skóre	-132,37 \pm 59,61	0,0285
Kouření stopkuřák kuřák	-286,39 \pm 102,77 -108,77 \pm 95,12	0,0063 0,2554
Celková anestezie	-108,81 \pm 68,33	0,1142
TEP kolena		
Intercept	2804,85 \pm 355,95	< 0,0001
Předoperační INR	285,22 \pm 140,66	0,0458
Předoperační trombocyty	-3,77 \pm 0,79	< 0,0001
Celková anestezie	-174,55 \pm 88,31	0,0514
BMI	-17,52 \pm 7,63	0,0242

vyšší krevní ztráty u obézních pacientů (BMI > 30) v porovnání s pacienty neobézními (BMI = 26–30), (7). Vyšší krevní ztráty mohou souviset například s rozsáhlejší rannou plochou nebo delším operačním časem. Spekulovat je možné o vztahu komorbidit, kterými obézní lidé běžně trpí (metabolický syndrom, koagulopatie, kardiopulmonální insuficience – venózní přetlak s exsudací), ty by se však měly projevit také u obézních pacientů s TEP kolena.

V poslední době se při implantacích TEP kyčlí i kolen používá stále častěji spinální anestezie. Zvláštní je proto zjištění, že celková anestezie snižovala v obou našich modelech (TEP kyčle / kolena) předpokládanou velikost krevních ztrát (byť u TEP kyčle jen na hladině $p = 0,1142$). Nemáme pro tento nálezný jednoduché vysvětlení, ani oporu v literatuře. Právě naopak, Rashiq a kol. zjistili, že spinální anestezie snižuje u kyčelních náhrad spotřebu alogenní krve, i když u TEP kolena tento vliv nepozorovali (23). Richman a kol. uvádějí v metaanalýze studií, zahrnující také operace na dolních končetinách, že u spinální anestezie jsou krevní ztráty významně nižší ve srovnání s ostatními typy anestezie (24). Teoreticky lze jistě spekulovat o potenciálním vlivu ztráty tonu sympatiku na cévní systém dolní končetiny, což indukuje mimo jiné zvýšený žilní návrat, avšak mnohem významnější se patrně uplatní snížení arteriálního krevního tlaku (24). Na stranu druhou je možné očekávat, že po odeznění hypotenze provázející spinální anestezii, může dojít ke krvácení z kolabovaných, avšak nezkoagulovaných cév v oblasti operační rány. Dílčím vysvětlením by mohla být také určitá selekce pacientů podle rizikovitosti a tomu odpovídající volba anestezie. Ke spinální anes-

tezii přistupujeme častěji u pacientů s vyšším rizikem k celkové anestezii (tzn. u pacientů s více komorbiditami, staršího věku apod.).

Velikost krevních ztrát byla v oblasti TEP kyčle ovlivněna tím, jestli pacient měl rekuperaci či neměl. Určitým vysvětlením může být vyšší sací tlak zařízení pro rekuperaci ve srovnání s klasickým podtlakem Redonovy drenáže. Roli mohl sehrát také vyšší počet drénů. Spíše teoretickou úvahou zůstává vliv složení vracené rekuperované krve, protože by za určitých okolností mohla indukovat konzumpční koagulopatii, která by mohla vysvětlit větší krevní ztráty (15). Zajímavé také bylo, že u TEP kyčle bylo kouření (včetně exkuřáctví) spojeno s nižšími krevními ztrátami. V recentní literatuře jsme nenašli studii, která by dokládala, případně vysvětlila pozorovaný vztah. Můžeme proto jen spekulovat o vlivu nikotinu na agregaci krevních destiček a viskozitu krve (polycytémie), tzn. předpokládat, že krev kuřáků je více srážlivá, čímž by mohlo docházet k dřívějšímu zastavení krvácení. Nelze také vyloučit, že by stejný jev mohl vést k ucpání drénů koaguly, což by mohlo zkreslit množství viditelných krevních ztrát.

Vztah mezi předoperační hladinou hemoglobinu a pravděpodobností podání alogenní krve po implantaci TEP kyčlí i kolen byl již dříve popsán (1, 4, 12, 14, 22, 31). Jde vlastně o jednoduchou závislost: čím vyšší je předoperační hladina hemoglobinu, tím větší množství krve může pacient bez vrozené / získané poruchy srážlivosti a při normálním operačním průběhu ztratit bez toho, aby vznikla indikace ke krevnímu převodu. Předoperačně nízká hladina hemoglobinu je spojena nejen s pooperačně vyšší spotřebou alogenní krve, ale

ovlivňuje rovněž pooperační morbiditu a mortalitu (14). Hladina hemoglobinu je ovlivněna nejrůznějšími faktory např. věkem, vrozenými nebo získanými poruchami krvetvorby, řadou chronických onemocnění apod. (14). Určitou roli může sehrávat také příliš krátká doba mezi posledním odběrem krve pro autotransfuzi a operaci, což může být problém zejména u starších pacientů.

Z našich analýz vyplývá, že by hraniční hodnotou mohlo být 120 g/l, tzn. u pacientů s hemoglobinem pod uvedenou hodnotou stoupá významně pravděpodobnost podání alogenní krve. To je ve shodě s většinou studií, i když někteří uvádějí jako mnohem praktičtější hodnotu 100 g/l (4, 31). Bong a kol. zjistili například, že pacienti s hemoglobinem pod 100 g/l spotřebovali 4krát více alogenní krve než pacienti, u nichž byl předoperační hemoglobin vyšší než 130 g/l (6). Z naší studie a přehlednuté literatury mimo jiné vyplývá, že u pacientů před primární TEP kyčle anebo kolena, kteří mají hladinu hemoglobinu vyšší než 150 g/l, nemá předoperační autotransfuzi žádný význam. Podobně jsou na tom pacienti s hladinou hemoglobinu vyšší než 130 g/l, kteří mají méně než 65 roků. Kotzé a kol. uvádějí, že nízká předoperační hladina hemoglobinu je nejen významným prediktorem perioperační spotřeby alogenní krve, ale může také prodloužit délku hospitalizace (14). Není pochyb o tom, že perioperační krevní ztráty jsou velkým problémem hlavně u starších a polymorbidních pacientů (cukrovka, chronické zánětlivé nemoci, hepatopatie, nefropatie apod.), kterým se poté musí podávat častěji alogenní krev. V této souvislosti se nabízí otázka, nakolik je možné ovlivnit pravděpodobnost podání alogenní krve u pacientů, kteří mají nižší hladinu hemoglobinu a přicházejí k implantaci TEP kyčle anebo kolena. Krevní obraz je rutinní součástí předoperačních žádánek, neměl by proto být problém zareagovat na nízkou hladinu hemoglobinu (14). V praxi však chybí doporučený postup, podle něhož by se systematicky postupovalo. Některé studie přitom ukazují, že předoperační aplikace erythropoetinu snižuje perioperační spotřebu alogenní krve (3, 13, 30). Zmíněná intervence však naráží zejména na vysoké náklady. Na tomto místě je třeba opět připomenout, že základním krokem snižujícím spotřebu krevních transfuzí jsou nízké krevní ztráty (dané především operační technikou), (27).

Předkládaná studie má několik omezení. Týkají se jednak počtu zařazených pacientů (relativně malé soubory pro multifaktoriální analýzu), jednak způsobu získávání dat. Zejména v případě perioperačních ztrát jde o hrubé odhady. Neexistuje totiž validovaný protokol, podle něhož by bylo možné postupovat, a přesně změřit objem krve v rouškách, krytí, odpadu apod. Další možnou příčinou podhodnocení celkového množství krevní ztrát je nezapočítání ztrát krve do tzv. skrytého prostoru (hematom, haemarthros), (28). Sehat a kol. uvádějí, že podíl skrytých ztrát na celkovém objemu krevních ztrát může dosahovat u TEP kyčle 26 % a v případě TEP kolena až 49 % (28). V této souvislosti byly navrženy postupy, jak vypočítat množství skrytých krevních ztrát (28). Dalším omezením naší studie je určitá nejednoznačnost v přístupu lékařů

k hrazení pooperačních krevních ztrát. Někteří indikují podání alogenní krve už při hodnotě hemoglobinu 95–99 g/l, zatímco jiní s podáním krve za určitých okolností (mladší pacient, bez známek anemického syndromu atp.) vyčkávají. V současné době nejsou k dispozici jednoznačné standardy, podle kterých by se systematicky postupovalo.

ZÁVĚR

Z naší studie vyplývá, že krevní ztráty jsou na našem pracovišti u primárních TEP kyčlí a kolena srovnatelné s údaji uváděnými v recentní literatuře. Zjistili jsme také, že část variability krevních ztrát je možné vysvětlit pomocí BMI, typem anestezie, předoperační hodnotou trombocytů a INR (pouze u TEP kolena), u TEP kyčle se ještě uplatnily rekuperace a kouření. Pravděpodobnost podání alogenní krve významně snižovala vyšší předoperační hladina hemoglobinu a u TEP kyčle také to, jestli měl pacient autotransfuzi.

Práce by nemohla vzniknout bez pomoci Petry Rozeňalové, Simony Olšanské a Pavliny Šlichtové, kterým tímto velmi děkujeme.

Literatura

1. ADERINTO, J., BRENKEL, I. J.: Pre-operative predictors of the requirement for blood transfusion following total hip replacement. *J. Bone Jt Surg.*, 86-B: 970–973, 2004.
2. BELL, T. H., BERTA, D., RALLEY, F., MACDONALD, S. J., MCCALDEN, R. W., BOURNE, R. B., RORABECK, C. H., NAUDIE, D. D.: Factors affecting perioperative bloodloss and transfusion rates in primary total joint arthroplasty: a prospective analysis of 1642 patients. *Can. J. Surg.*, 52: 295–301, 2009.
3. BEZWADA, H. P., NAZARIAN, D. G., HENRY, D. H., BOOTH, R. E., JR.: Preoperative use of recombinant human erythropoietin before total joint arthroplasty. *J. Bone Jt Surg.*, 85-A: 1795–800, 2003.
4. BIERBAUM, B. E., CALLAGHAN, J. J., GALANTE, J. O., RUBASH, H. E., TOOMS, R. E., WELCH, R. B.: Analysis of blood management in patient shaving a total hip or knee arthroplasty. *J. Bone Jt Surg.*, 81-A: 2–10, 1999.
5. BILLOTE, D. B., GLISSON, S. N., GREEN, D., WIXSON, R. L.: Efficacy of preoperative autologous blood donation: analysis of blood loss and transfusion practice in total hip replacement. *J. Clin. Anesth.*, 12: 537–542, 2000.
6. BONG, M. R., PATEL, V., CHANG, E., ISSACK, P. S., HEBERT, R., DI CESARE, P. E.: Risks associated with blood transfusion after total knee arthroplasty. *J. Arthroplasty*, 19: 281–287, 2004.
7. BOWDITCH, M. G., VILLAR, R. N.: Do obese patients bleed more? A prospective study of blood loss at total hip replacement. *Ann. R. Coll. Surg. Engl.*, 81: 198–200, 1999.
8. CARSON, J. L., TERRIN, M. L., NOVECK, H., SANDERS, D. W., CHAITMAN, B. R., RHOADS, G. G., NEMO, G., DRAGERT, K., BEAUPRE, L., HILDEBRAND, K., MACAULAY, W., LEWIS, C., COOK, D. R., DOBBIN, G., ZAKRIYA, K. J., APPLE, F. S., HORNEY, R. A., MAGAZINER, J., FOCUS INVESTIGATORS: Liberal or restrictive transfusion in high-risk patients after hip surgery. *N. Engl. J. Med.*, 365: 2453–2462, 2011.
9. GROSFAM, J. M., WRIGHT, E. A., CLEARY, P. D., KATZ, J. N.: Predictors of blood loss during total hip replacement surgery. *Arthritis Care Res.*, 8: 167–173, 1995.
10. HERSEKLI, M. A., AKPINAR, S., OZKOC, G., OZALAY, M., UYSAL, M., CESUR, N., TANDOGAN, R. N.: The timing of tourniquet release and its influence on blood loss after total knee arthroplasty. *Int. Orthop.*, 28: 138–141, 2004.

11. JANS, O., KEHLET, H., JOHANSSON, P. I.: Transfusion-related mortality after primary hip arthroplasty – analysis of mechanisms and confounders. *Vox. Sang.*, 103: 301–308, 2012.
12. JONES, H. W., SAVAGE, L., WHITE, C., GODDARD, R., LUMLEY, H., KASHIF, E., GURUSANY, K.: Postoperative autologous blood salvage drains – are they useful in primary uncected hip and knee arthroplasty? A prospective study of 186 cases. *Acta Orthop. Belg.*, 70: 466–473, 2004.
13. KARKOUTI, K., MCCLUSKEY, S. A., EVANS, L., MAHOMED, N., GHANNAM, M., DAVEY, R.: Erythropoietin is an effective clinical modality for reducing RBC transfusion in joint surgery. *Can. J. Anaesth.*, 52: 362–368, 2005.
14. KOTZE, A., CARTER, L. A., SCALLY, A. J.: Effect of a patient blood management programme on preoperative anaemia, transfusion rate, and outcome after primary hip or knee arthroplasty: a quality improvement cycle. *Br. J. Anaesth.*, 108: 943–952, 2012.
15. KROHN, C. D., REIKERAS, O., BJORNSEN, S., BROSSTAD, F.: Fibrinolytic activity and postoperative salvaged untreated blood for autologous transfusion in major orthopaedic surgery. *Eur. J. Surg.*, 167: 168–172, 2001.
16. KUCERA, B., NAHLIK, D., HART, R., OCELAKOVA, L.: Post-operative retransfusion and intra-operative autotransfusion systems in total knee arthroplasty. A comparison of their efficacy. *Acta Chir. orthop. Traum. čech.*, 79: 361–366, 2012.
17. LAFFOSSE, J. M., CHIRON, P., MOLINIER, F., BENSAFI, H., PUGET, J.: Prospective and comparative study of the anterolateral mini-invasive approach versus minimally invasive posterior approach for primary total hip replacement. Early results. *Int. Orthop.*, 31: 597–603, 2007.
18. LAWRENCE, V. A., SILVERSTEIN, J. H., CORNELL, J. E., PEDERSON, T., NOVECK, H., CARSON, J. L.: Higher Hb level is associated with better early functional recovery after hip fracture repair. *Transfusion*, 43: 1717–1722, 2003.
19. MARKAR, S. R., JONES, G. G., KARTHIKESALINGAM, A., SEGAREN, N., PATEL, R. V.: Transfusion drains versus suction drains in total knee replacement: meta-analysis. *Knee Surg. SportsTraumatol. Arthrosc.*, 20: 1766–1772, 2012.
20. NOTICEWALA, M. S., NYCE, J. D., WANG, W., GELLER, J. A., MACAULAY, W.: Predicting need for allogeneic transfusion after total knee arthroplasty. *J. Arthroplasty*, 27: 961–967, 2012.
21. PARVIZI, J., CHAUDHRY, S., RASOULI, M. R., PULIDO, L., JOSHI, A., HERMAN, J. H., ROTHMAN, R. H.: Who needs autologous blood donation in joint replacement? *J. Knee Surg.*, 24: 25–31, 2011.
22. PRASAD, N., PADMANABHAN, V., MULLAJI, A.: Blood loss in total knee arthroplasty: analysis of risk factors. *Int. Orthop.*, 31: 39–44, 2007.
23. RASHIQ, S., FINEGAN, B. A.: The effect of spinal anesthesia on blood transfusion rate in total joint arthroplasty. *Can. J. Surg.*, 49: 391–396, 2006.
24. RICHMAN, J. M., ROWLINGSON, A. J., MAINE, D. N., COURPAS, G. E., WELLER, J. F., LU, C. L.: Does neuraxial anesthesia reduce intraoperative blood loss? A meta-analysis. *J. Clin. Anesth.*, 18: 427–435, 2006.
25. SALIDO, J. A., MARIN, L. A., GOMEZ, L. A., ZORRILLA, P., MARTINEZ, C.: Preoperative hemoglobin levels and the need for transfusion after prosthetic hip and knee surgery: analysis of predictive factors. *J. Bone Jt Surg.*, 84-A: 216–220, 2002.
26. SASANUMA, H., SEKIYA, H., TAKATOKU, K., TAKADA, H., SUGIMOTO, N., HOSHINO, Y.: Efficient strategy for controlling postoperative hemorrhage in total knee arthroplasty. *Knee Surg. SportsTraumatol. Arthrosc.*, 19: 921–925, 2011.
27. SCULCO, T. P., GALLINA, J.: Blood management experience: relationship between autologous blood donation and transfusion in orthopedic surgery. *Orthopedics*, 22(Suppl): s129, 1999.
28. SEHAT, K. R., EVANS, R. L., NEWMAN, J. H.: Hidden blood loss following hip and knee arthroplasty. Correct management of blood loss should také hidden lossing to account. *J. Bone Jt Surg.*, 86-B: 561–565, 2004.
29. STEFFIN, B., GREEN-RIVIERE, E., GIORI, N. J.: Timing of tourniquet release in total knee arthroplasty when using a post-operative blood salvage drain. *J. Arthroplasty*, 24: 539–542, 2009.
30. VARGAS-PABON, M., DIAZ-TRAPIELLA, A., HURTADO, M. J., DIAZ VARELA, N., CERRA SABIO, J. L.: Erythropoietin as adjuvant to pre-operative autologous blood donation in total hip arthroplasty: new algorithm for use. *Transfus. Apher. Sci.*, 33: 91–97, 2005.
31. WALSH, M., PRESTON, C., BONG, M., PATEL, V., DI CESARE, P. E.: Relative risk factors for requirement of blood transfusion after total hip arthroplasty. *J. Arthroplasty*, 22: 1162–1167, 2007.

Korespondující autor:

Prof. MUDr. Jiří Gallo, Ph.D.
Ortopedická klinika LF UP a FN Olomouc
I.P. Pavlova 6
775 20 Olomouc
E-mail: jiri.gallo@volny.cz