

Mirt Kamenik<sup>1</sup>

# Učinkovitost raztopin elektrolitov in raztopin koloidov z elektroliti pri preprečevanju hipotenzije po subarahnoidni anesteziji

*The Effectiveness of Crystalloid and Colloid Solutions in the Prevention of Hypotension after Spinal Anesthesia*

---

## IZVLEČEK

**KLJUČNE BESEDE:** anestezija spinalna-škodljivi učinki, subarahnoidni prostor, hipotenzija-preprečevanje in nadzor, elektroliti, koloidi

Znižanje krvnega tlaka po subarahnoidni anesteziji je pričakovan zaplet te anestezijske tehnike, ki nastane zaradi učinka blokade simpatičnega avtonomnega živčevja na obtočila. Eden izmed možnih ukrepov za preprečevanje hipotenzije po subarahnoidni anesteziji je infuzija raztopin elektrolitov ali raztopin koloidov z elektroliti pred izvedbo subarahnoidnega bloka. Prispevek podaja pregled literature o učinkovitosti infuzije raztopin elektrolitov ali raztopin koloidov z elektroliti pri preprečevanju hipotenzije po subarahnoidni anesteziji. Z infuzijo raztopine elektrolitov pred subarahnoidno anestezijo lahko dosežemo le majhno, statistično neznačilno zmanjšanje pojavnosti hipotenzije po subarahnoidni anesteziji, ki klinično ni pomembno. Če pa bolniku damo pred subarahnoidno anestezijo infuzijo raztopin koloidov z elektroliti, se pojavnost hipotenzije po subarahnoidni anesteziji statistično značilno zmanjša. Vendar tudi z infuzijo raztopin koloidov z elektroliti pred subarahnoidno anestezijo hipotenzije po subarahnoidni anesteziji ne moremo v celoti preprečiti.

---

## ABSTRACT

**KEY WORDS:** anesthesia spinal-adverse effects, subarachnoid space, hypotension-prevention and control, electrolytes, colloids

Hypotension following spinal anesthesia, a well-known complication of this anesthetic technique, is caused by the blockade of the sympathetic nervous system. An infusion of crystalloid or colloid solutions before the block is one possibility for decreasing the incidence of hypotension following spinal anesthesia. The article is a review of literature about the effectiveness of the infusion of crystalloid or colloid solutions before spinal anesthesia in the prevention of hypotension after spinal anesthesia. An infusion of a crystalloid solution before spinal anesthesia causes a small, statistically insignificant decrease in the incidence of hypotension after spinal anesthesia, which is not clinically important. Most studies report a statistically significant decrease in the incidence of hypotension after spinal anesthesia with an infusion of a colloid solution before spinal anesthesia. However, it is impossible to completely prevent hypotension after spinal anesthesia even with an infusion of a colloid before administering blockade.

---

<sup>1</sup> Doc. dr. Mirt Kamenik, dr. med., Oddelek za anestezijo, intenzivno terapijo in terapijo bolečin, Splošna bolnišnica Maribor, Ljubljanska 5, 2000 Maribor.

## UVOD

Subarahnoidna anestezija je opredeljena kot začasna prekinitev prenosov vzburjenj po živcu, ki jo povzročimo z vbrizganjem lokalnega anestetika v subarahnoidni prostor. Edini vzrok za klinični učinek subarahnoidne anestezije na obtočila je blokada preganglijskih vlaken simpatičnega avtonomnega živčevja. O učinku subarahnoidne anestezije na obtočila smo že obsežno poročali (1). Zaradi blokade simpatičnega avtonomnega živčevja se vene razširijo in kapacitivnost venskega sistema se poveča. Zato se zniža polnitveni tlak prekatov in zmanjša utripni volumen srca (UV). Pri visoki subarahnoidni anesteziji je zmanjšanje UV lahko tudi posledica zmanjšane krčljivosti srčne mišice, vendar obstaja za slednje v literaturi le malo dokazov. Pri visoki subarahnoidni anesteziji blokada simpatičnega avtonomnega živčevja zajame tudi *nn. accelerantes cordis*, ki izvirajo iz segmentov T1 do T5 in oživčujejo srce. Zato obstaja, pri bolnikih z visoko subarahnoidno anestezijo, nagnjenost k bradikardiji zaradi prevlade vagotonije. Zmanjšanje FR lahko pri visoki blokadi dodatno zmanjša minutni volumen srca (MV). Zaradi blokade simpatičnega avtonomnega živčevja se razširijo arteriole, delno tudi metarteriole in prekapiilarne zažemalke. Zato se po subarahnoidni anesteziji periferni upor (PU) zmanjša. Vendar obdrži arterijski sistem, tudi ob popolni blokadi simpatičnega avtonomnega živčevja, še vedno precej tonusa žilja, ki je pod vplivom lokalnih presnovkov. Zaradi blokade simpatičnega avtonomnega živčevja se torej zmanjšata tako MV kakor tudi PU, zato se krvni tlak zniža.

## HIPOTENZIJA KOT ZAPLET SUBARAHNOIDNE ANESTEZIJE

Znižanje krvnega tlaka po subarahnoidni anesteziji je torej pričakovan stranski učinek te anestezijske tehnike. Po subarahnoidni anesteziji se krvni tlak zniža zelo pogosto, vendar je znižanje krvnega tlaka običajno majhno in ga praviloma ni potrebno zdraviti. Izrazito znižanje krvnega tlaka po subarahnoidni anesteziji opredelimo kot hipotenzijo. Hipotenzija je zaplet subarahnoidne anestezije, ki ga mora-

mo zdraviti. Pri opredelitvi hipotenzije se priporočila različnih avtorjev razlikujejo. Eni avtorji opredelijo hipotenzijo kot znižanje sistolnega krvnega tlaka (ATsi) pod 90 mmHg ali < 70% izhodne vrednosti. Drugi avtorji, zlasti tisti, ki so preučevali pogostost hipotenzije po subarahnoidni anesteziji za carski rez, pa opredelijo hipotenzijo kot znižanje ATsi pod 100 mmHg ali < 80% izhodne vrednosti. Hipotenzijo zdravimo z infuzijo raztopine elektrolitov (Ringerjeva raztopina, fiziološka raztopina itd.) ali z infuzijo raztopine koloidov z elektroliti (6% HES, Hemaccel itd.) in z vbrizganjem vazokonstriktornih učinkovin (efedrin, metaraminol, fenilefrin).

Hipotenzijo po subarahnoidni anesteziji uspešno zdravimo z zdravili. Znižanje krvnega tlaka je včasih zelo hitro in izrazito ter za bolnika lahko neprijetna izkušnja. Starejši bolniki imajo pogosto ishemično bolezen srca kot spremljajoče obolenje. Pri teh bolnikih lahko znižanje krvnega tlaka dodatno zmanjša pretok skozi venčno žilje in še poslabša prekrvljenost srčne mišice. Pri porodu s carskim rezom v subarahnoidni anesteziji lahko hipotenzija ogrozi pretok skozi posteljico in s tem prekrvljenost otroka. Zato so številni avtorji mnenja, da je primerneje, da hipotenzijo po subarahnoidni anesteziji preprečimo, kot da jo zdravimo.

Raziskave o ukrepih, ki bi učinkovito zmanjšali ali celo preprečili hipotenzijo po subarahnoidni anesteziji, potekajo v dveh smereh. Z infuzijo raztopin elektrolitov ali raztopin koloidov z elektroliti pred subarahnoidno anestezijo povečamo prostornino v obtočilih in zato povečamo MV. Po subarahnoidni anesteziji se MV zmanjša. Z infuzijo raztopin elektrolitov ali raztopin koloidov z elektroliti pred subarahnoidno anestezijo bi torej lahko preprečili zmanjšanje MV po subarahnoidni anesteziji in preprečili ali vsaj omilili znižanje krvnega tlaka. Drugi ukrep, ki bi lahko bil učinkovit, je neprekinjena infuzija majhne količine raztopine elektrolitov z dodatkom vazokonstriktorne učinkovine. S tem ukrepom povečamo PU ali preprečimo zmanjšanje PU po subarahnoidni anesteziji in zato povišamo arterijski tlak.

Pregledali smo literaturo o učinkovitosti infuzije raztopin elektrolitov in raztopin koloidov z elektroliti pri preprečevanju hipo-

Tabela 1. Pregled raziskav, ki so preučevale učinkovitost infuzije raztopin elektrolitov pri preprečevanju hipotenzije po subarahnoidni anesteziji za carski rez.

Avtor	Štev. bolnikov	Raztopine elektrolitov	Brez infuzije	Anestetik	Meritve	MV merjen?	Višina blokade	Hipotenzija*	Učinek	Sklep
Wolman 1968 (2)	24	1000 ml n = 14 (a) v 20 min.	n = 10 (b)	tetrakain	krvni tlak, OVT	–	T2-T6	pri blokadi T2-T6 (a) = 0/14 (b) = 4/5	+	Infuzija raztopine elektrolitov pred subarahnoidno anestezijo učinkovito zmanjša pogostost hipotenzije po subarahnoidni anesteziji.
Rout 1992 (3)	20	20 ml/kg TT v 20 min. n = 10 (a) v 10 min. n = 10 (b)	–	0,5% bupivakain	krvni tlak, OVT, FR	–	T3-T5	(a) = 6/10 (b) = 7/10	–	Hitra infuzija raztopine elektrolitov pred subarahnoidno anestezijo ne zmanjša pogostosti hipotenzije po subarahnoidni anesteziji za carski rez.
Rout 1993 (4)	140	20 ml/kg TT n = 78 (a) v 15–20 min.	n = 62 (b)	0,5% bupivakain	krvni tlak, FR	–	T4	(a) = 43/78 (b) = 44/62	–	Z infuzijo raztopin elektrolitov pred subarahnoidno anestezijo ne moremo preprečiti pojava hipotenzije po subarahnoidni anesteziji.
Jackson 1995 (5)	60	1000 ml n = 30 (a) v 10 min.	n = 30 (b)	0,5% težki bupivakain	krvni tlak	–	>T6	(a) = 10/30 (z) = 9/30	–	Če uporabimo profilaktično infuzijo efedrina po subarahnoidni anesteziji, infuzija 1000 ml raztopine elektrolitov pred blokado ne zmanjša pogostosti hipotenzije po subarahnoidni anesteziji za carski rez.
Park 1996 (7)	55	10 ml/kg TT n = 18 (a) 20 ml/kg TT n = 18 (b) 30 ml/kg TT n = 19 (c) v 20 min.	–	0,75% bupivakain + fentanil	krvni tlak, MV in PU	+	T2-T4	(a) = 12/18 (b) = 10/18 (c) = 9/19	–	Povečanje količine raztopine elektrolitov na 30 ml/kg TT ne izboljša hemodinamskih parametrov in ne zmanjša porabe efedrina po subarahnoidni anesteziji za carski rez.
Husaini 1998 (6)	40	1000 ml n = 21 (a) v 10 min.	n = 19 (b)	0,5% težki bupivakain	krvni tlak, FR	–	T1-T3	(a) = 4/21 (b) = 7/19	–	Če uporabimo profilaktično infuzijo efedrina po subarahnoidni anesteziji, infuzija 1000 ml raztopine elektrolitov pred blokado ne zmanjša pogostosti hipotenzije po subarahnoidni anesteziji za carski rez.

(a), (b), (c) = oznake skupin bolnikov, n = število bolnikov, FR = frekvenca srca, OVT = osrednji venski tlak, MV = minutni volumen srca, PU = periferni žilni upor

\* pogostost hipotenzije v posameznih skupinah bolnikov

tenzije po subarahnoidni anesteziji. V pregled smo vključili raziskave, ki so primerjale infuzije raztopin elektrolitov s kontrolno skupino, ki ni dobila infuzije, ali primerjavo različnih količin infuzije raztopin elektrolitov. Prav tako smo vključili raziskave, ki so primerjale infuzije raztopin koloidov z elektroliti s kontrolno skupino ali skupino, ki je dobila infuzijo raztopin elektrolitov.

## UČINKOVITOST RAZTOPIN ELEKTROLITOV PRI PREPREČEVANJU HIPOTENZIJE PO SUBARAHNOIDNI ANESTEZIJI

Večina raziskav, ki so preučevale učinkovitost infuzije raztopin elektrolitov pri preprečevanju hipotenzije po subarahnoidni anesteziji, je bila narejena pri porodnicah, predvidenih za carski rez v subarahnoidni anesteziji. Shematski pregled teh raziskav je podan v tabeli 1.

Wollman in Marks sta preučevala učinkovitost infuzije 1000 ml 5 % glukoze v raztopini Ringerjevega laktata pri preprečevanju hipotenzije po subarahnoidni anesteziji za carski rez (2). Hipotenzijo sta opredelila kot znižanje ATsi za >20 % od izhodne vrednosti. Po subarahnoidni anesteziji se je v skupini, ki ni dobila infuzije, hipotenzija pojavila pri štirih izmed petih porodnic, ki so razvile senzibilno blokado od T2 do T6. Hipotenzija pa se ni pojavila pri nobeni izmed 14 porodnic, ki so pred subarahnoidno anestezijo dobile infuzijo 5 % glukoze v raztopini Ringerjevega laktata. Avtorja sta zaključila, da z infuzijo 1000 ml 5 % glukoze v raztopini Ringerjevega laktata pred subarahnoidno anestezijo učinkovito preprečimo hipotenzijo po subarahnoidni anesteziji za carski rez.

Rout s sodelavci je v svoji raziskavi želel ugotoviti, ali lahko s hitro infuzijo raztopin elektrolitov pred subarahnoidno anestezijo zmanjšamo pogostost hipotenzije po subarahnoidni anesteziji za carski rez (3). Bolnice so tik pred subarahnoidno anestezijo dobile 20 ml/kg TT raztopine elektrolitov (Plasmalyte-L) bodisi v 20 ali v 10 minutah. Hipotenzijo je opredelil kot znižanje ATsi pod 100 mmHg ali <80 % izhodne vrednosti. Osrednji venski tlak (OVT) se je bolj povečal v skupini, ki je dobila infuzijo v 10 minutah, kot v skupini, ki je dobila infuzijo v 20 minutah. Vendar med

skupinama ni bilo razlik v pogostosti hipotenzije po subarahnoidni anesteziji. V naslednji raziskavi je Rout s sodelavci preučeval učinkovitost infuzije raztopin elektrolitov pred subarahnoidno anestezijo pri preprečevanju hipotenzije po subarahnoidni anesteziji za carski rez. 78 nosečnic je pred subarahnoidno anestezijo dobilo infuzijo raztopine Plasmalyte-L, in sicer 20 ml/kg TT v 15–20 minutah (4). Kontrolna skupina 62 nosečnic pred subarahnoidno anestezijo ni dobila infuzije. Hipotenzijo je opredelil kot znižanje ATsi pod 100 mmHg ali <80 % izhodne vrednosti. V skupini, ki je dobila infuzijo, se je hipotenzija po subarahnoidni anesteziji pojavila v 55 %, v kontrolni skupini pa v 71 %. Razlika v pogostosti pojava hipotenzije (16 %) je bila statistično značilna. Ker je bila hipotenzija tudi v skupini, ki je dobila infuzijo zelo pogosta (55 %), so avtorji zaključili, da z infuzijo raztopin elektrolitov pred subarahnoidno anestezijo ne moremo preprečiti hipotenzije po subarahnoidni anesteziji za carski rez.

Jackson s sodelavci je preučeval vpliv infuzije 1000 ml Hartmanove raztopine pred subarahnoidno anestezijo na pogostost hipotenzije po subarahnoidni anesteziji za carski rez (5). Kontrolna skupina je dobila 200 ml Hartmanove raztopine pred subarahnoidno anestezijo. Po subarahnoidni anesteziji so vse bolnice dobile infuzijo 500 ml Hartmanove raztopine s 60 mg efedrina. Hipotenzijo so avtorji opredelili kot znižanje ATsi pod 90 mmHg ali <70 % izhodne vrednosti. Med skupinama ni bilo razlik v pogostosti hipotenzije. Največja pomanjkljivost te raziskave je bila prav preventivna uporaba efedrina pri vseh bolnicah. Zato je težko oceniti učinek same infuzije raztopine elektrolitov. Leta 1998 Husaini in Russell poročata o enakih rezultatih v metodološko skoraj identični raziskavi (6). V skupini porodnic, ki so pred subarahnoidno anestezijo dobile 1000 ml Ringerjeve raztopine, se je hipotenzija pojavila v 19 %. V kontrolni skupini porodnic pa se je hipotenzija pojavila v 37 %. Razlika med skupinama ni bila statistično značilna. Tudi v tej raziskavi so vse porodnice po subarahnoidni anesteziji dobile profilaktično infuzijo efedrina. Zato sta avtorja zaključila, da ob uporabi profilaktične infuzije efedrina po subarahnoidni anesteziji infuzija 1000 ml

raztopine elektrolitov pred blokado bistveno ne zmanjša pogostosti hipotenzije po subarahnoidni anesteziji za carski rez.

Park s sodelavci je skušal ugotoviti, ali lahko s povečanjem volumna infuzije raztopine elektrolitov vplivamo na hemodinamske parametre po subarahnoidni anesteziji pri porodnicah, predvidenih za carski rez v subarahnoidni anesteziji (7). Hipotenzijo so avtorji opredelili kot znižanje ATsi pod 100 mmHg ali < 80 % izhodne vrednosti. Porodnice so pred subarahnoidno anestezijo dobile infuzijo raztopine Ringerjevega laktata 10, 20 ali 30 ml/kg TT v 20 minutah. Čeprav je bila hipotenzija najpogostejša v skupini, ki je dobila najmanjši volumen infuzije (67%, 56% in 47%), razlika med skupinami ni bila statistično značilna. Ob krvnem tlaku so avtorji merili tudi MV z metodo TEB. Po subarahnoidni anesteziji se je srednji arterijski tlak (SAT) statistično značilno znižal v vseh treh skupinah, vendar med skupinami ni bilo statistično značilnih razlik v SAT in v spremembi MV. Avtorji so zaključili, da povečanje volumna infuzije raztopine elektrolitov pred subarahnoidno anestezijo na 30 ml/kg TT ne izboljša hemodinamskih parametrov in ne zmanjša porabe efedrina po subarahnoidni anesteziji za carski rez.

Na temelju teh raziskav lahko zaključimo, da z infuzijo raztopin elektrolitov pred subarahnoidno anestezijo ne moremo učinkovito preprečiti hipotenzije po subarahnoidni anesteziji za carski rez. Če povečamo volumen infuzije raztopine elektrolitov pred subarahnoidno anestezijo, se pogostost hipotenzije po subarahnoidni anesteziji zmanjša. Vendar je zmanjšanje pogostosti hipotenzije, ki ga dosežemo z infuzijo raztopin elektrolitov pred subarahnoidno anestezijo, le majhno in po mnenju večine avtorjev klinično nepomembno.

Manj pogoste so v literaturi raziskave, ki so preučevale učinkovitost infuzije raztopin elektrolitov pri preprečevanju hipotenzije po subarahnoidni anesteziji pri drugih skupinah bolnikov (torej ne za porod s carskim rezom). Shematski pregled teh raziskav je podan v tabeli 2. Wenn s sodelavci je preučeval učinkovitost infuzije 1000 ml Hartmanove raztopine v 15 minutah pred subarahnoidno anestezijo za operacijo na spodnjih okončinah ali spodnjem trebuhu (8). Kontrolna skupi-

na bolnikov pred subarahnoidno anestezijo ni dobila infuzije. Bolniki so dobili subarahnoidno anestezijo s 3 ml 0,75 % bupivakaina. V skupini bolnikov, pri katerih je višina senzibilne blokade segala do dermatoma T5 ali višje, so avtorji izmerili statistično značilno nižji ATsi in diastolni krvni tlak (ATdi) pri bolnikih, ki niso dobili infuzije. Avtorji so zaključili, da z infuzijo raztopine elektrolitov pred blokado lahko vplivamo na znižanje krvnega tlaka po subarahnoidni anesteziji pri bolnikih, ki razvijejo senzibilno blokado preko dermatoma T6. Coe in Revanäs sta preučevala vpliv infuzije Ringerjevega acetata na pogostost pojava hipotenzije po subarahnoidni anesteziji pri starostnikih (9). Bolniki so pred subarahnoidno anestezijo dobili bodisi 16 ml/kg TT ali 8 ml/kg TT Ringerjevega acetata v 5–10 minutah. Kontrolna skupina ni dobila infuzije. Hipotenzijo sta opredelila kot znižanje ATsi za več kot 25 % od izhodne vrednosti. Med skupinami ni bilo razlik v pogostosti hipotenzije. Tudi če sta avtorja obdelala samo bolnike, ki so razvili senzibilno blokado do T7 ali višje, je bila pogostost hipotenzije v vseh treh skupinah enaka. Na podlagi teh rezultatov sta avtorja zaključila, da z infuzijo raztopin elektrolitov pred subarahnoidno anestezijo ne moremo vplivati na pogostost hipotenzije pri starostnikih.

Casati s sodelavci je preučeval učinek infuzije raztopine Ringerjevega laktata na spremembo krvnega tlaka in MV po subarahnoidni anesteziji (10). Bolniki so za operacijo na spodnjih okončinah dobili enostransko subarahnoidno anestezijo z 0,5 % hiperbarnim bupivakainom. 10 bolnikov je dobilo infuzijo 10 ml/kg TT raztopine Ringerjevega laktata v 20 min. pred subarahnoidno anestezijo. 10 bolnikov v kontrolni skupini pred subarahnoidno anestezijo ni dobilo infuzije. Med skupinama ni bilo pomembnih razlik v ATsi in ATdi. Ker je bila blokada nizka (T12–T8) in samo enostranska, se hipotenzija ni pojavila pri nobenem bolniku. Vendar so avtorji izmerili statistično značilno večji MV v skupini, ki je dobila infuzijo. Zaradi učinka infuzije raztopine Ringerjevega laktata na MV so avtorji zaključili, da infuzija raztopine elektrolitov pred enostransko subarahnoidno anestezijo delno zaščiti obtočila pred stranskimi učinki subarahnoidne anestezije.

Tabela 2. Pregled raziskav, ki so preučevale učinkovitost infuzije raztopin elektrolitov pri preprečevanju hipotenzije po subarahnoidni anesteziji pri drugih skupinah bolnikov (ne za porod s carskim rezom).

Avtor	Operacija	Štev. bolnikov	Raztopine elektrolitov	Brez infuzije	Anestetik	Meritve	MV merjen?	Višina blokade	Hipotenzija*	Učinek	Sklep
Venn 1989 (8)	SU, ST	40	1000 ml n = 18 (a) v 15 min	n = 22 (b)	0,75 % bupivakain	krvni tlak	–	T6–T7	(a) = 3/18 (b) = 10/22	+	Infuzija raztopine elektrolitov lahko zmanjša največje znižanje krvnega tlaka po subarahnoidni anesteziji, če sega blokada nad T6.
Coe 1990 (9)	SU, ST	60	16 ml/kg TT n = 19 (a) 8 ml/kg TT n = 21 (b) v 5–10 minutah	n = 20 (c)	0,5 % bupivakain	krvni tlak, FR	–	T7-T8	(a) = 6/19 (b) = 5/21 (c) = 5/20	–	Infuzija raztopine elektrolitov pred subarahnoidno anestezijo nima učinka na pogostost hipotenzije po subarahnoidni anesteziji pri zdravih starostnikih.
Casati 1997 (10)	SU	20	10 ml/kg TT n = 10 (a) v 20 min.	n = 10 (b)	0,5 % težki bupivakain	krvni tlak, MV, PU in FR	+	T8-T12	(a) = 0 (b) = 0 Krvni tlak enak, MV večji v skupini z infuzijo	+	Infuzija raztopine elektrolitov pred enostransko subarahnoidno anestezijo lahko delno zaščiti obtočila pred stranskimi učinki subarahnoidne anestezije.

SU = operacija v področju spodnjih udov, ST = operacija v področju spodnjega trebuha

(a), (b), (c) = oznake skupin bolnikov, n = število bolnikov, FR = frekvenca srca, MV = minutni volumen srca, PU = periferni žilni upor

\* pogostost hipotenzije v posameznih skupinah bolnikov

Podatki iz literature torej kažejo, da tudi v tej skupini bolnikov (ne za porod s carskim rezom) z infuzijo raztopin elektrolitov pred blokado ne zmanjšamo pogostosti hipotenzije po subarahnoidni anesteziji v tolikšni meri, da bi bilo to klinično pomembno.

Zlasti malo pa je v literaturi podatkov o vplivu infuzije raztopin elektrolitov pred subarahnoidno anestezijo na MV. Kot že omenjeno, je bil MV merjen le v dveh raziskavah. Rezultati obeh raziskav o učinku infuzije raztopin elektrolitov pred subarahnoidno anestezijo na MV pa se razlikujejo. Park s sodelavci ni izmeril razlik v MV po subarahnoidni anesteziji med tremi skupinami porodnic, predvidenih za carski rez v subarahnoidni anesteziji, ki so pred blokado dobile infuzijo 10, 20 ali 30 ml/kg TT raztopine Ringerjevega laktata (7). Casati s sodelavci pa je izmeril statistično značilno večji MV po enostranski subarahnoidni anesteziji v skupini, ki je dobila infuzijo raztopine elektrolitov pred blokado, v primerjavi s kontrolno skupino, ki ni dobila infuzije (10).

## UČINKOVITOST RAZTOPIN KOLOIDOV Z ELEKTROLITI PRI PREPREČEVANJU HIPOTENZIJE PO SUBARAHNOIDNI ANESTEZIJI

Kadar uporabljamo infuzijo raztopine koloidov z elektroliti pred subarahnoidno anestezijo za preprečevanje hipotenzije po subarahnoidni anesteziji, naletimo na dilemo. Če damo bolniku infuzijo raztopine koloidov z elektroliti, ga izpostavimo tveganju za anafilaktoidno reakcijo (11). Raztopine koloidov z elektroliti lahko v večjih odmerkih tudi motijo strjevanje krvi (12) in imajo v primerjavi z raztopinami elektrolitov visoko ceno. Zato se nekateri avtorji sprašujejo, ali je uporaba raztopin koloidov z elektroliti za preprečevanje hipotenzije po subarahnoidni anesteziji upravičena, tudi če je učinkovita. Rout in Rocke se tako sprašujeta, ali načelo »bolje preprečiti kot zdraviti« velja za hipotenzijo po subarahnoidni anesteziji (13). Hipotenzija po subarahnoidni anesteziji je namreč praviloma kratkotrajna, saj jo vedno uspešno zdravimo z vazopresorji.

Tudi večina raziskav o učinkovitosti infuzije raztopin koloidov z elektroliti za preprečevanje hipotenzije po subarahnoidni anesteziji je narejenih pri porodnicah, predvidenih za porod s carskim rezom v subarahnoidni anesteziji. Shematski pregled raziskav, ki so preučevale učinkovitost infuzije raztopin koloidov z elektroliti pri preprečevanju hipotenzije po subarahnoidni anesteziji za carski rez, je podan v tabeli 3. Mathru s sodelavci je preučeval učinkovitost infuzije 5 % raztopine albuminov v raztopini Ringerjevega laktata s 5 % glukozo za preprečevanje hipotenzije po subarahnoidni anesteziji (14). 87 porodnic, predvidenih za carski rez v subarahnoidni anesteziji, so avtorji razdelili v štiri skupine. Prva skupina je pred subarahnoidno anestezijo dobila infuzijo 15 ml/kg TT raztopine Ringerjevega laktata s 5 % glukozo v 15–20 minutah. Druga skupina je dobila enako infuzijo, ob tem pa še efedrin sulfat 25 mg i. m. Tretja skupina je pred subarahnoidno anestezijo dobila enako količino infuzije raztopine 5 % albuminov v raztopini Ringerjevega laktata s 5 % glukozo. Četrta skupina pa je dobila enako infuzijo kot tretja skupina, ob tem pa še efedrin sulfat 25 mg i. m. Hipotenzijo so avtorji opredelili kot znižanje ATsi < 100 mmHg ali znižanje SAT < 85 mmHg. Pogostost hipotenzije je bila statistično značilno manjša v obeh skupinah, ki sta pred blokado dobili infuzijo raztopine 5 % albuminov.

Karinen s sodelavci je preučeval učinkovitost infuzije 500 ml 6 % raztopine hidroksietil škroba z elektroliti pred subarahnoidno anestezijo za preprečevanje hipotenzije po subarahnoidni anesteziji za carski rez (15). Kontrolna skupina je pred subarahnoidno anestezijo dobila infuzijo 1000 ml raztopine Ringerjevega laktata. Hipotenzijo so avtorji opredelili kot znižanje ATsi < 90 mmHg ali < 80 % izhodne vrednosti. Hipotenzija je bila pogostejša v skupini, ki je dobila infuzijo raztopine Ringerjevega laktata (62 %), kot v skupini, ki je dobila infuzijo 6 % raztopine hidroksietil škroba (38 %). Vendar razlika med skupinama ni bila statistično značilna, ker je bilo število porodnic v raziskavi razmeroma majhno (26 porodnic). Avtorji so zaključili, da hipotenzije po subarahnoidni anesteziji za carski rez ne moremo preprečiti niti z infuzijo raztopine elektrolitov niti

Tabela 3. Pregled raziskav, ki so preučevale učinkovitost infuzije raztopin koloidov z elektroliti pri preprečevanju hipotenzije po subarahnoidni anesteziji za carski rez.

Avtor	Štev. bolnikov	Raztopine elektrolitov	Raztopina koloidov z elektroliti	Anestetik	Meritve	MV merjen?	Višina blokade	Hipotenzija*	Učinek	Sklep
Mathru 1980 (14)	87	15 ml/kg TT n=21 (a) 15 ml/kg TT + E n=20 (b) v 15–20 min.	15 ml/kg TT + E n=24 (c) 15 ml/kg TT n=22 (d) v 15–20 min.	0,5 % tetrakain	krvni tlak, FR	–	T6–T8	(a) = 7/21 (b) = 5/20 (c) = 0/24 (d) = 0/22	+	Profilaktična infuzija raztopine 5 % albuminov v raztopini Ringerjevega laktata s 5 % glukozo učinkovito prepreči hipotenzijo po subarahnoidni anesteziji.
Karinen 1995 (15)	26	1000 ml n=13 (a) v 10 min	500 ml n=13 (b) v 10 min.	0,5 % težki bupivakain	krvni tlak, OVT, FR	–	T4	(a) = 8/13 (b) = 5/13	–	Hipotenzije po subarahnoidni anesteziji za carski rez ne moremo preprečiti niti z infuzijo raztopine elektrolitov niti z infuzijo raztopine koloidov z elektroliti pred blokado.
Riley 1995 (16)	40	2000 ml n=20 (a) 1000 ml n=20 (b)	500 ml n=20 (b)	0,5 % težki bupivakain + fentanil	krvni tlak, FR	–	T3–T4	(a) = 17/20 (b) = 9/20	+	Infuzija raztopine 6 % HES z raztopino elektrolitov je za preprečevanje hipotenzije po subarahnoidni anesteziji bolj učinkovita kot infuzija samo raztopine elektrolitov.
Vercauteren 1996 (18)	90	1000 ml n=30 (a) 1000 ml n=30 (b)	1000 ml RŽ (a) 1000 ml 6 % HES (b) 1000 ml 6 % HES (c)	0,5 % bupivakain + sufentanil	krvni tlak	–	T3–T5	(a) = 22/30 (b) = 11/30 (c) = 20/30	+	Pogostost hipotenzije po subarahnoidni anesteziji je manjša v skupini, ki dobi infuzijo raztopine elektrolitov in 6 % raztopine HES.
French 1999 (17)	160	15 ml/kg TT n=80 (a)	15 ml/kg TT n=80 (b)	0,5 % bupivakain	krvni tlak, FR	–	T4	(a) = 38/80 (b) = 10/80	+	Infuzija raztopine škroba z elektroliti pred blokado je primerna za porodnice, predvidene za carski rez v subarahnoidni anesteziji.
Ueyama 1999 (19)	36	1500 ml n=12 (a) v 30 min	500 ml n=12 (b) 1000 ml n=12 (c) v 30 min	tetrakain + morfin	krvni tlak, FR, MV, volumen krvi	+	?	(a) = 9/12 (b) = 7/12 (c) = 2/12	+	Če je povečanje voluma v obtočilih z infuzijo raztopine koloidov z elektroliti dovolj veliko, se poveča MV in zmanjša pogostost hipotenzije po subarahnoidni anesteziji.

(a), (b), (c), (d) = oznake skupin bolnikov, n = število bolnikov

E = efedrin, HES = raztopina hidroksietilnega škroba z elektroliti, RŽ = raztopina želatine z elektroliti, FR = frekvenca srca, OVT = osrednji venski tlak, MV = minutni volumen srca, PU = periferni žilni upor

\* pogostost hipotenzije v posameznih skupinah bolnikov

z infuzijo raztopine koloidov z elektroliti pred blokado. Istega leta je Riley s sodelavci poročal o rezultatih podobne raziskave (16). 20 porodnic je pred subarahnoidno anestezijo za carski rez dobilo infuzijo 500 ml raztopine 6% hidroksietil škroba in še 1000 ml raztopine Ringerjevega laktata. 20 porodnic v kontrolni skupini je pred subarahnoidno anestezijo dobilo infuzijo 2000 ml raztopine Ringerjevega laktata. Hipotenzijo so avtorji opredelili kot znižanje ATsi < 100 mmHg ali < 80% izhodne vrednosti. Hipotenzija je bila pogostejša v skupini, ki je dobila le infuzijo raztopine Ringerjevega laktata (85 proti 45%). Učinkovitost raztopin koloidov z elektroliti pri zmanjšanju pogostosti hipotenzije po subarahnoidni anesteziji za carski rez je potrdil tudi French s sodelavci (17). Ta raziskava je zajela največje število porodnic (160 porodnic). V skupini, ki je dobila infuzijo 15 ml/kg TT raztopine koloidov z elektroliti, se je po subarahnoidni anesteziji hipotenzija pojavila le pri 12,5% porodnic. Nizko pogostost hipotenzije so avtorji dosegli tudi zato, ker je bila meja za hipotenzijo postavljena razmeroma nizko (<90 mmHg ali <70% izhodne vrednosti).

Vercauteren s sodelavci je skušal ugotoviti učinkovitost infuzije različnih raztopin koloidov z elektroliti pri preprečevanju hipotenzije po subarahnoidni anesteziji (18). Porodnice, predvidene za porod s carskim rezom v subarahnoidni anesteziji, so razdelili v tri skupine. Prva skupina je pred subarahnoidno anestezijo dobila infuzijo 1000 ml Ringerjevega laktata in nato še 1000 ml raztopine želatine (Geloplasma). Druga skupina porodnic je pred subarahnoidno anestezijo dobila infuzijo 1000 ml Ringerjevega laktata in nato še 1000 ml 6% raztopine hidroksietil škroba. Tretja skupina je pred subarahnoidno anestezijo dobila infuzijo 1000 ml 6% raztopine hidroksietil škroba. Hipotenzijo so avtorji opredelili kot znižanje ATsi < 100 mmHg ali < 75% izhodne vrednosti. Hipotenzija se je najredkeje pojavila v skupini, ki je dobila infuzijo 1000 ml Ringerjevega laktata in nato še 1000 ml 6% raztopine hidroksietil škroba.

Ueyama s sodelavci je preučeval vpliv infuzije raztopin koloidov z elektroliti pred subarahnoidno anestezijo za carski rez na spremembo volumna krvi in spremembo MV (19). 36 porodnic so avtorji razdelili v tri

skupine. Prva skupina je pred subarahnoidno anestezijo dobila infuzijo 1500 ml raztopine Ringerjevega laktata. Druga skupina je pred subarahnoidno anestezijo dobila infuzijo 500 ml 6% raztopine hidroksietil škroba. Tretja skupina pa je pred subarahnoidno anestezijo dobila infuzijo 1000 ml 6% raztopine hidroksietil škroba. Infuzijo so porodnice dobile v 30 minutah. Po infuziji se je v obtočilih zadržalo 28% danega Ringerjevega laktata in 100% danega hidroksietil škroba. Zato se je MV po infuziji najbolj povečal v skupini, ki je dobila infuzijo 1000 ml 6% raztopine hidroksietil škroba. Po subarahnoidni anesteziji avtorji niso več merili MV. Hipotenzijo so opredelili kot znižanje ATsi < 100 mmHg ali < 80% izhodne vrednosti. Tudi pogostost hipotenzije po subarahnoidni anesteziji je bila najmanjša (17%) v skupini, ki je dobila infuzijo 1000 ml 6% raztopine hidroksietil škroba. Avtorji so zato zaključili, da mora biti volumen infuzije raztopine koloidov z elektroliti pred subarahnoidno anestezijo dovolj velik, da se poveča volumen v obtočilih in MV. Če se po infuziji MV dovolj poveča, se zmanjša pogostost hipotenzije po subarahnoidni anesteziji.

Na temelju teh raziskav lahko zaključimo, da z infuzijo raztopin koloidov z elektroliti pred subarahnoidno anestezijo lahko zmanjšamo pogostost hipotenzije po subarahnoidni anesteziji za carski rez. Podatki iz literature nam potrjujejo, da se pogostost hipotenzije zmanjšuje, če povečamo volumen infuzije raztopine koloidov z elektroliti. Ob tem pa lahko ugotovimo tudi, da hipotenzije po subarahnoidni anesteziji tudi z infuzijo raztopine koloidov z elektroliti pred subarahnoidno anestezijo ne moremo v celoti preprečiti. V tem primeru hipotenzijo uspešno zdravimo z vazopresorji. Zato ostajajo mnenja med avtorji o dilemi, ki smo jo nakazali že v uvodu tega poglavja, deljena, kadar gre za porodnice, predvidene za carski rez v subarahnoidni anesteziji.

Shematski pregled raziskav, ki so preučevale učinkovitost infuzije raztopin koloidov z elektroliti pri preprečevanju hipotenzije po subarahnoidni anesteziji pri ostalih skupinah bolnikov (ne za porod s carskim rezom), je podan v tabeli 4. Skupina bolnikov, pri kateri se hipotenzija po subarahnoidni anesteziji

Tabela 4. Pregled raziskav, ki so preučevale učinkovitost infuzije raztopin koloidov z elektroliti pri preprečevanju hipotenzije po subarahnoidni anesteziji pri drugih skupinah bolnikov (ne za porod s carskim rezom).

Avtor	Operacija	Štev. bolnikov	Raztopine elektrolitov	Raztopina koloidov z elektroliti	Brez infuzije	Anestetik	Meritve	MV merjen?	Višina	Hipotenzija* blokade	Učinek	Sklep
Baraka 1994 (20)	TUR	34	7 ml/kg/TT n = 17 (a) v 10 min.	7 ml/kg/TT n = 17 (b) v 10 min.	—	0,3 % tetrakain	krvni tlak, FR, OVT	—	T7–T10	(a) = 8/17 (b) = 2/17	+	Profilaktična infuzija raztopine želatine z elektroliti je, za preprečevanje hipotenzije po subarahnoidni anesteziji, bolj učinkovita kot infuzija fiziološke raztopine.
Buggy 1997 (21)	KP	85	500 ml (n = 29) (a)	500 ml (n = 28) (b)	n = 28 (c)	0,5 % bupivakain	krvni tlak, FR	—	T7–T8	(a) = 13/29 (b) = 8/28 (c) = 11/28	—	Ne glede na to, ali dobijo bolniki pred subarahnoidno anestezijo infuzijo ali ne, se hipotenzija po subarahnoidni anesteziji pri starostnikih pojavi pogosto.
Marhofer 1999 (22)	NOK	24	1500 ml n = 12 (a) v 30 min.	500 ml n = 12 (b) v 30 min.	—	0,5 % bupivakain	krvni tlak, FR, ZTPK, MV	+	T7	(a) = 3/12 (b) = 0/12	+	Infuzija 6 % HES zmanjša hemodinamski odgovor na subarahnoidno anestezijo pri starostnikih, operiranih zaradi zloma kolka.
Sharma 1999 (23)	PPJ	40	1000 ml n = 21 (a) v 15 min.	500 ml n = 19 (b) v 15 min.	—	5 % lidokain + fentanil	krvni tlak, FR	—	T5–T6	(a) = 11/21 (b) = 3/19	+	Infuzija 500 ml 6 % HES je za preprečevanje hipotenzije po subarahnoidni anesteziji bolj učinkovita kot infuzija 1000 ml Ringerjevega laktata.

TUR = transuretralna resekcija prostate, KP = vstavev kolčne proteze, NOK = nujne operacije kolka, PLJ = poporodna podvezava jajcevodov

(a), (b), (c) = oznake skupin bolnikov, n = število bolnikov, HES = raztopina hidroksietilnega škroba z elektroliti

FR = frekvenca srca, OVT = osrednji venski tlak, ZTPK = zagostitveni tlak pljučnih kapilar, MV = minutni volumen srca

\* pogostost hipotenzije v posameznih skupinah bolnikov

pojavi razmeroma pogosto, so starostniki. Baraka s sodelavci (20) je preučeval učinkovitost infuzije 3 % raztopine želatine v raztopini elektrolitov za preprečevanje hipotenzije po subarahnoidni anesteziji za transuretralno resekcijo prostate. Bolniki so pred subarahnoidno anestezijo dobili infuzijo 7 ml/kg TT 3 % raztopine želatine v fiziološki raztopini. Kontrolna skupina je pred subarahnoidno anestezijo dobila infuzijo 7 ml/kg TT fiziološke raztopine. Hipotenzijo so avtorji opredelili kot znižanje ATsi pod 75 % izhodne vrednosti. Hipotenzija po subarahnoidni anesteziji je bila statistično značilno pogostejša v skupini, ki je pred subarahnoidno anestezijo dobila infuzijo fiziološke raztopine. Buggy s sodelavci pa poroča o mnogo manjši učinkovitosti infuzije raztopine koloidov z elektroliti pri preprečevanju hipotenzije po subarahnoidni anesteziji pri starostnikih (21). 85 bolnikov, predvidenih za vstavitev kolčne proteze, so avtorji razdelili v tri skupine. Prva skupina je dobila pred subarahnoidno anestezijo infuzijo 500 ml Hartmanove raztopine, druga 500 ml raztopine polimerizirane želatine (Haemacel), tretja pa infuzije ni dobila. Pogostost hipotenzije po subarahnoidni anesteziji, ki je zahtevala zdravljenje z efedrinom, je bila najmanjša v skupini, ki je pred subarahnoidno anestezijo dobila infuzijo raztopine polimerizirane želatine. Vendar razlika med skupinami v pogostosti hipotenzije ni bila statistično značilna. Vse tri skupine so za zdravljenje hipotenzije po subarahnoidni anesteziji potrebovale tudi enak povprečen odmerek efedrina. Avtorji so zato zaključili, da se hipotenzija po subarahnoidni anesteziji pri starostnikih pojavi pogosto, ne glede na to, ali dobijo bolniki pred subarahnoidno anestezijo infuzijo ali ne.

Marhofer s sodelavci je primerjal učinek infuzije 500 ml 6 % raztopine hidroksietil škroba z učinkom infuzije 1500 ml raztopine Ringerjevega laktata na spremembo hemodinamskih parametrov po subarahnoidni anesteziji (22). Raziskavo so avtorji naredili pri 24 bolnikih s spremljajočimi obolenji (ASA III), ki so bili nujno operirani zaradi zloma kolka. Po subarahnoidni anesteziji so avtorji izmerili v povprečju višji SAT, OVT, zagozditveni tlak pljučnih kapilar (ZTPK) in večji PU v skupini, ki je pred subarahnoidno anestezijo dobila infuzijo 6 % raztopine hidrok-

sietil škroba. Med skupinama pa ni bilo statistično značilnih razlik v pogostosti hipotenzije po subarahnoidni anesteziji. Tudi v skupini bolnikov, ki so pred subarahnoidno anestezijo dobili infuzijo raztopine Ringerjevega laktata, se je hipotenzija po subarahnoidni anesteziji pojavila le pri treh izmed 12 bolnikov. Kljub temu so avtorji ocenili, da je učinek infuzije 6 % raztopine hidroksietil škroba na spremembo hemodinamskih parametrov po subarahnoidni anesteziji ugodnejši od učinka infuzije raztopine Ringerjevega laktata.

Na temelju teh treh raziskav lahko zaključimo, da z infuzijo raztopine koloidov z elektroliti pred subarahnoidno anestezijo nekoliko zmanjšamo pogostost hipotenzije po subarahnoidni anesteziji pri starostnikih, vendar je ne moremo v celoti preprečiti. Zato je klinični pomen takega ukrepa dvomljiv. Starostniki imajo pogosto spremljajoča obolenja obtočil. Če bi povečali prostornino infuzije raztopine koloidov z elektroliti pred subarahnoidno anestezijo tej skupini bolnikov, bi lahko preobremenili obtočila. To bi lahko pri nekaterih bolnikih privedlo do znakov popuščanja srca. Zdravljenje hipotenzije po subarahnoidni anesteziji z vazopresorji je uspešno tudi pri starostnikih. Zato pri starostnikih nobeden izmed raziskovalcev ni preučeval, ali lahko večja prostornina (kot 500 ml) infuzije raztopine koloidov z elektroliti pred subarahnoidno anestezijo dodatno zmanjša pogostost hipotenzije po subarahnoidni anesteziji.

Edina raziskava, ki je preučevala učinkovitost infuzije raztopin koloidov z elektroliti pred subarahnoidno anestezijo pri preprečevanju hipotenzije po subarahnoidni anesteziji pri mladih osebah brez spremljajoče bolezni, je raziskava Sharma s sodelavci (23). Avtorji so v raziskavo vključili 40 bolnic skupine ASA I. Pri bolnicah so po porodu z operacijo v subarahnoidni anesteziji podvezali jajcevote. V skupini, ki je dobila pred subarahnoidno anestezijo infuzijo 500 ml raztopine 6 % hidroksietil škroba, se je hipotenzija po subarahnoidni anesteziji pojavila pri 16 % bolnic. V skupini, ki je pred subarahnoidno anestezijo dobila infuzijo 1000 ml raztopine Ringerjevega laktata, pa se je hipotenzija pojavila pri 52 % bolnic. Razlika med skupinama je bila statistično značilna. Vendar pa je bila hipotenzija po subarahnoidni anesteziji vedno blaga in so

jo avtorji uspešno in hitro zdravili z vazopresorjem. Raztopina 6 % hidroksietil škroba je tudi dražja kot raztopina Ringerjevega laktata. Zato so avtorji izrazili pomisleke o preventivni uporabi raztopine 6% hidroksietil škroba za preprečevanje hipotenzije po subarahnoidni anesteziji v tej skupini bolnic.

## SKLEP

Podatki iz literature kažejo, da z infuzijo tekočin pred subarahnoidno anestezijo ne moremo v celoti preprečiti hipotenzije po subarahnoidni anesteziji. Z infuzijo raztopin koloidov z elektroliti pred subarahnoidno anestezijo lahko zmanjšamo pogostost hipo-

tenzije po subarahnoidni anesteziji, vendar je zaradi nevarnosti alergičnih reakcij preventivna uporaba raztopin koloidov z elektroliti smiselna le v skupinah bolnikov, pri katerih se hipotenzija po subarahnoidni anesteziji pojavi pogosto (porodnice, predvidene za carski rez, starostniki). Z infuzijo raztopin elektrolitov pred subarahnoidno anestezijo pa ne moremo pomembno zmanjšati pojavnosti hipotenzije po subarahnoidni anesteziji. Tudi če volumen infuzije raztopin elektrolitov pred subarahnoidno blokado povečamo do 30 ml/kg telesne teže, je zmanjšanje pojavnosti hipotenzije po subarahnoidni anesteziji majhno in klinično ni pomembno (7).

## LITERATURA

1. Kamenik M. Vpliv subarahnoidne blokade na obtočila. *Med Razgl* 1997; 36: 559-68.
2. Wollman SB, Marx GF. Acute hydration for prevention of Hypotension of spinal anesthesia in parturients. *Anesthesiology* 1968; 29: 374-80.
3. Rout CC, Akojee SS, Rocke DA, Gouws E. Rapid administration of crystalloid preload does not decrease the incidence of hypotension after spinal anaesthesia for elective cesarean section. *Br J Anaesth* 1992; 68: 394-7.
4. Rout CC, Rocke DA, Levin J, Gouws E, Reddy D. A reevaluation of the role of crystalloid preload in the prevention of hypotension associated with spinal anesthesia for elective cesarean section. *Anesthesiology* 1993; 79: 262-9.
5. Jackson R, Reid JA, Thornburn J. Volume preloading is not essential to prevent spinal-induced hypotension at cesarean section. *Br J Anaesth* 1995; 75: 262-5.
6. Husaini SW, Russell IF. Volume preload: lack of effect in the prevention of spinal-induced hypotension at caesarean section. *Int J Obstet Anesth* 1998; 7: 76-81.
7. Park GE, Hauch MA, Curlin F, Datta S, Bader AM. The effects of varying volumes of crystalloid administration before Cesarean delivery on maternal hemodynamics and colloid osmotic pressure. *Anesth Analg* 1996; 83: 229-303.
8. Venn PHJ, Simpson DA, Rubin AP, Edstrom HH. Effect of fluid preloading on cardiovascular variables after spinal anaesthesia with glucose-free 0.75% bupivacaine. *Br J Anaesth* 1989; 63: 682-7.
9. Coe AJ, Revanäs B. Is crystalloid preloading useful in spinal anaesthesia in the elderly. *Anaesthesia* 1990; 45: 241-3.
10. Casati A, Fanelli G, Berti M, Beccaira P, Agostoni M, Aldegheri G, Torri G. Cardiac performance during unilateral lumbar spinal block after crystalloid preload. *Can J Anaesth* 1997; 44: 623-8.
11. Warren BB, Durieux ME. Hydroxyethyl starch: safe or not? *Anesth Analg* 1997; 84: 206-12.
12. Egli GA, Zollinger A, Seifert B, Popovic D, Pasch T, Spahn DR. Effect of progressive haemodilution with hydroxyethyl starch, gelatin and albumin on blood coagulation. *Bri J Anaesth* 1997; 78: 684-9.
13. Rout C, Rocke DA. Spinal hypotension associated with Cesarean section: Will preload ever work? (Editorial) *Anesthesiology* 1999; 91: 1565-7.
14. Mathru M, Rao TLK, Kartha RK, Shanmugham M, Jacobs HK. Intravenous albumin administration for prevention of spinal hypotension during cesarean section. *Anesth Analg* 1980; 59: 655-8.
15. Karinen J, Räsänen J, Alahuhta S, Louppila R, Jouppila J. Effect of crystalloid and colloid preloading on uteroplacental and maternal haemodynamic state during spinal anaesthesia for cesarean section. *Br J Anaesth* 1995; 75: 531-5.
16. Riley ET, Cohen SE, Rubenstein AJ, Flanagan B. Prevention of hypotension after spinal anesthesia for cesarean section: six percent hetastarch versus lactated Ringer's solution. *Anesth Analg* 1995; 81: 838-42.
17. French GWG, White JB, Howell SJ, Popat M. Comparison of pentastarch and Hartmann's solution for volume preloading in spinal anaesthesia for elective cesarean section. *Br J Anaesth* 1999; 83: 475-7.
18. Vercauteren MP, Hoffmann V, Coppejans HC, Van Steenberge AL, Adriaensen HA. Hydroxyethylstarch compared with modified gelatin as volume preload before spinal anesthesia for cesarean section. *Br J Anaesth* 1996; 76: 731-3.
19. Ueyama H, He YL, Tanigami H, Mashimo T, Yoshiya I. Effects of crystalloid and colloid preload on blood volume in parturient undergoing spinal anesthesia for elective Cesarean section. *Anesthesiology* 1999; 91: 1571-6.
20. Baraka AS, Taha SK, Ghabach MB, Sibaii AAN, Nader AM. Intravascular administration of polymerized gelatin versus isotonic saline for prevention of spinal-induced hypotension. *Anesth Analg* 1994; 78: 301-5.

21. Buggy D, Higgins P, Moran C, Brien D, O'Donovan F, McCarroll M. Prevention of spinal anesthesia-induced hypotension in the elderly: Comparison between preanesthetic administration of crystalloids, colloids and no prehydration. *Anesth Analg* 1997; 84: 106-10.
22. Marhofer P, Faryniak B, Oismüller C, Koinig H, Kapral S, Mayer N. Cardiovascular effects of 6% Hetastarch and lactated Ringer's solution during spinal anesthesia. *Reg Anesth Pain Med* 1999; 24(5): 399-404.
23. Sharma SK, Gajraj NM, Sidawi JE. Prevention of hypotension during spinal anesthesia: A comparison of intravascular administration of hetastarch versus lactated Ringer's solution. *Anesth Analg* 1997; 84: 111-4.

Prispelo 4. 1. 2001.