

Léčba impingement syndromu ramena pomocí injekce PRP

Treatment of the Shoulder Impingement Syndrome with PRP Injection

P. ŠMÍD¹, R. HART^{1,2}, M. KOMZÁK¹, L. PAŠA², M. PUSKEILER³

¹ Ortopedicko-traumatologické oddělení, Nemocnice Znojmo

² Klinika traumatologie, Úrazová nemocnice v Brně, Lékařská fakulta Masarykovy univerzity, Brno

³ Oddělení radiologické a zobrazovacích metod, Nemocnice Znojmo

ABSTRACT

PURPOSE OF THE STUDY

This study aimed to explore the effects of new therapeutic procedures in patients with shoulder impingement syndrome. The primary goal of the study was to confirm the hypothesis that the application of the platelet-rich plasma (PRP) in patients with shoulder impingement syndrome will have a positive effect on both the subjective and objective evaluation of their condition. The clinical condition before and after the treatment was evaluated. The secondary goal was to compare the effect achieved by a series of 3 PRP injections and that achieved by treating the impingement syndrome with a standard single depot corticosteroid injection.

MATERIAL AND METHODS

The randomized prospective blinded study carried out in the period 2013-2015 included 25 patients (Group I), to whom 3 PRP injections were applied in the subacromial (SA) space at a 1-week interval at the outpatient department. The control group of 25 patients (Group II) was treated by a standard single depot corticosteroid injection applied in the SA space. The subjective and objective conditions were evaluated immediately before the treatment, at 6 weeks, 3 months and 6 months after the administration of the injection. The evaluation comprised a physical examination, an evaluation using the Visual Analogue Scale (VAS), ASES (American Shoulder and Elbow Surgeons Standardized Shoulder Assessment Form) and the Constant score. A part of the study was the statistical processing of the results.

RESULTS

Both the groups were comparable when assessing the mean age of patients as well as the share of both sexes in the groups; Group I with the mean age of 48.7 years (15 men and 10 women), Group II with the mean age of 50.1 years (16 men and 9 women), but also when assessing the baseline mean VAS score, Constant score and ASES score. In Group I, the baseline mean VAS score improved from 2.96 (range: 1–5; median: 3.0; SD: 0.77) to 2.0 (range: 1–3; median: 2.0; SD: 0.49) at 3 months after the administration and to the mean value of 1.16 (range: 0–2; median: 1.0; SD: 0.67) at 6 months after the last PRP injection. In Group II, the baseline mean VAS score improved from 3.12 (range: 2–5; median: 3.0; SD: 0.82) to the mean value of 2.16 (range: 1–4; median: 2.0; SD: 0.73) at 3 months after the administration of the depot corticosteroid injection and to 1.8 (range: 1–3; median: 2.0; SD: 0.57) at 6 months after the administration. In both the groups of patients, the p-value obtained by the Student's t-test was statistically significant ($p < 0.05$) when comparing the results of all the three scoring systems before the treatment and 6 months after the treatment.

DISCUSSION

Although the treatment of musculoskeletal disorders with the concentrate of a platelet-rich plasma (PRP) is a frequently used method, particularly in private medical practice, the scientific literature can offer just a very few studies studying in depth the use of this method of treatment in humane medicine.

CONCLUSIONS

Based on the results of our study, the hypothesis can be accepted that the concentrate of platelet-rich plasma administered through a series of 3 injections applied in the subacromial space in patients with shoulder impingement syndrome has positive effects on the daily activities of patients as well as on the objective evaluation via the selected scoring systems.

Key words: platelet-rich plasma, shoulder impingement syndrome.

ÚVOD

Subakromiální impingement syndrom (SIS) představuje stav, při němž je šlachová část svalů rotátorové manžety komprimována při elevaci paže pod korakoakromiálním vazem a anteroinferiorní částí akromia, což vede k postupnému omezení rozsahu pohybu ramenního kloubu a k různě závažné ztrátě jeho funkce (15). Často se

s tímto stavem setkáváme u lidí, jejichž práce či sportovní aktivita zahrnuje opakovanou elevaci paže nad horizontálu (plavání, vrhání břemen, raketové sporty) (2). Etiologie SIS je multifaktoriální a příčiny jeho vzniku mohou být rozděleny na vnitřní (svalová slabost, přetěžování ramenního kloubu, degenerativní onemocnění šlach)

a vnější (morfologie akromia, glenohumerální nestabilita, degenerace akromioklavikulárního kloubu, ztlustění korakoakromiálního ligamenta). Podle Neerovy klasifikace impingement syndromu (16) stadium 1 představuje akutní burzitida doprovázená subakromiálním edémem a krvácením, často pozorovaná u pacientů ve věku pod 25 let. Stadium 2 je vidět častěji u pacientů ve věku 25 až 40 let, a vyznačuje se ireverzibilními změnami, fibrózou a tendinitidou rotátorové manžety. Stadium 3 pozorujeme nejčastěji u pacientů ve věku nad 40 let a je charakteristická chronickými změnami, a to jako částečné nebo kompletní roztržení rotátorové manžety.

Většina pacientů reaguje pozitivně na konzervativní léčbu včetně fyzikální terapie, úpravu fyzické aktivity, nesteroidní protizánětlivou léčbu (NSAID) a subakromiální injekce kortikosteroidů (2, 16, 14). Konzervativní terapie by měla trvat alespoň 6 měsíců, v tomto směru však neexistuje přesný konsensus (2).

Plazma bohatá na trombocyty (PRP) se v posledních letech stala široce užívanou metodou léčby pro velké množství poruch pohybového aparátu. PRP urychluje fyziologický proces hojení tkání, poskytuje podporu pro kontakt buněk, snižuje bolest a má protizánětlivé a antibakteriální účinky (19). PRP je používána spolu s chirurgickou léčbou při reparacích šlach rotátorové manžety, nebo spolu s otevřenou subakromiální dekompresí při kalcifikující tendinitis (8, 12, 22). Pomocí různých PRP systémů lze získat různé množství leukocytů a růstových faktorů (5), optimální objem, frekvence a délka aplikace, stejně jako způsob aktivace krevních destiček, však zůstává nejasná (13).

Cílem naší prospektivní randomizované kontrolované studie porovnávající výsledky 50 pacientů (polovina byla léčena 3 injekcemi PRP do SA prostoru za přesně definovaných podmínek, polovina jednorázovou injekcí depotního kortikoidu) bylo potvrzení hypotézy, že PRP má pozitivní klinický dopad při léčbě subakromiálního impingement syndromu.

MATERIÁL A METODIKA

Studie byla prováděna na pracovišti autorů v letech 2013 až 2015. Při použití PRP jsme byli ve shodě se zákonem 372/2011 Sb., tedy zákonem o zdravotních službách. Během trvání projektu bylo do studie zahrnuto celkem 50 pacientů. Pacienti byli randomizovaně rozděleni do dvou skupin, každá o 25 jedincích. Skupina I (aplikace PRP do subakromiálního prostoru) zahrnovala 15 mužů a 10 žen (průměrný věk 48,7 let). Skupina II (aplikace depotního kortikoidu do subakromiálního prostoru) byla složena z 16 mužů a 9 žen (průměrný věk 50,1 let). Výběr pacientů do jednotlivých skupin byl proveden za pomoci permutační blokované randomizace počítačového softwaru Random Number Generator Software 7.0 metodou 1:1.

Před zařazením do studie podepsali indikovaní pacienti informovaný souhlas a byli náhodně vybráni pro jednu z léčebných metod. Inkluzní kritéria pro zařazení do studie byla věk 18–70 let, symptomy impingement syndromu trvající déle než 4 týdny, noční bolesti, klinické potvrzení impingement syndromu (bolest mezi 60–120° abdukce,

vystřelování bolesti do oblasti pod *m. deltoideus*, bolest subakromiálně, bolestivost při kraulařském pohybu (Hawkins a Kennedy, impingement test dle Neera), ultrazvukové vyšetření neprokázalo lézi rotátorové manžety, ochota pacienta podstoupit kteroukoliv navrženou léčebnou metodu a zároveň po dobu studie (6 měsíců) vynechat jiné léčebné možnosti (např. NSAID). Vyloučení ze studie byli pacienti, kteří prodělali předchozí operační ošetření rotátorové manžety, u kterých byla prokázána artróza akromioklavikulárního kloubu, glenohumerální artróza, kalcifikující tendinitida, ramenní nestabilita, léze šlach manžety, u kterých byla prokázána cervikální neuropatie nebo nervové onemocnění, revmatoidní artritida, lokální nebo systémová infekce, antikoagulační terapie, metabolické onemocnění (dna apod.), kteří obdrželi injekci steroidů v předchozích 6 měsících, těhotné ženy. Pacienti před definitivním ambulantním ošetřením vyplnili dotazník s VAS skóre (vizuální analogová škála), ASES skóre (American Shoulder and Elbow Surgeons Standardized Shoulder Assessment Form) (17) a Constantovým skóre (7). Další kontrola s vyplněním těchto dotazníků proběhla za 6 týdnů, 3 měsíce a 6 měsíců od poslední aplikace injekce. Pomocí VAS skóre pacienti subjektivně hodnotili úroveň bolesti na šestistupňové škále od 0 do 5, kde 0 představovala žádnou bolest, 5 nesnesitelnou bolest. ASES dotazník se skládal ze dvou základních částí. První část představovala dotazník vyplňovaný samotným pacientem a zahrnovala vizuální analogovou škálu pro bolest a nestabilitu a dále hodnocení schopnosti vykonávat běžné denní aktivity pomocí čtyřbodové stupnice. Druhá část, která byla vyplňována lékařem, představovala objektivní posouzení stavu a zahrnovala hodnocení rozsahu pohybu, specifických fyzických znaků, síly a stability. Skóre pro rameno bylo poté odvozeno z vizuální analogové škály pro bolest (50 %) a ze souhrnného skóre pro běžné denní aktivity (50 %). Constantovo skóre představuje další systém hodnotící stav ramenního kloubu, a to jednak subjektivně z pohledu pacienta, v druhé části následuje objektivní zhodnocení rozsahu pohybu a svalové síly prováděné lékařem.

Samotné ambulantní ošetření vybraných pacientů proběhlo tímto způsobem: 30 ml pacientovy krve bylo odebráno na hematologickém oddělení ze žíly předloktí do tří 10ml testovacích zkumavek a bylo v každé zkumavce smícháno s 1 ml antikoagulantu (0,9% roztok citrátové dextrózy) (Sarstedt, Nümbrecht, Německo). Další 3ml testovací zkumavka s krví a s 0,3 ml antikoagulantu (EDTA K [Sarstedt, Nümbrecht, Německo]) byla použita jako kontrolní vzorek. Krev byla okamžitě přenesena do laboratoře a centrifugována po dobu 10 minut s relativní odstředivou silou 150 g ve vyhřívané centrifuze (Centurion Scientific LTD C2, U.K.) při 20 °C. Po této centrifugaci byla krev ve zkumavkách rozdělena do dvou frakcí – plazmy a hemocytů (erytrocytů a leukocytů) (obr. 1). Izolovaná PRP byla získána z centrifugovaných zkumavek zkušeným hematologem pomocí sterilních pipet, a to v objemu 3 ml z každé zkumavky (obr. 2). PRP (6 ml) ze dvou zkumavek byly přeneseny do sterilní stříkačky a injikovány pacientovi (obr. 3, obr. 4). Vlastní příprava PRP (odběr krve do zkumavky a centrifugace) tedy proběhla uzavřeným způsobem, aspirace PRP ze



Obr. 1. Krev ve zkumavce rozdělena po centrifugaci na jednotlivé frakce.

Obr. 2. Odběr svrchní vrstvy centrifugátu (PRP).

Obr. 3. Injekční stříkačka s koncentrátem krevních destiček.

Obr. 4. Aplikace PRP do prostoru z posterolaterálního přístupu pod UZ kontrolou.

zkumavky a její aplikace pacientovi proběhla cestou otevřenou. PRP (3 ml) z jedné zkumavky bylo použito pro kontrolu počtu buněk (destiček a leukocytů). Koncentrace krevních destiček byla počítána v hematologickém analyzátoru (AcT DIFF, Beckman-Coulter, Londýn, U.K.). Byla dosažena přibližně 2,0- až 2,5násobná koncentrace destiček (s přihlédnutím k průměrnému počtu krevních destiček 200 000/ml v krvi) u všech vzorků. Průměrná koncentrace destiček v PRP byla 459 000/ml (rozmezí 407 000–513 000/ml). Koncentrace leukocytů v PRP byla v průměru snížena o dva řády. Výše popsaným způsobem byli ošetřeni pacienti ze skupiny I celkem 3krát, a to vždy v odstupu 1 týdne. Pacientům ze skupiny II (kontrolní skupina) byla aplikována směs 20 mg depotního kortikoidu methylprednisolon-acetátu (Depo-Medrol, Pfizer, Česká republika) a 5 ml 1% trimekain hydrochloridu (Mesocain 1%, Zentiva, Česká republika). Jak injekce PRP, tak kortikoidu, byla aplikována dorzolaterálním přístupem přes interval těsně pod posterolaterálním rohem akromia pod ultrazvukovou kontrolou. Oběma skupinám pacientů byl doporučen po dobu 6 týdnů od aplikace injekce klidový režim s vyřazením bolest provokujících aktivit a byly jim doporučeny standardní protahovací a posilovací cviky na rotátorovou manžetu po tuto dobu.

Primární hypotéza naší práce byla, že užití PRP u pacientů se subakromiálním impingement syndromem ramena bude mít pozitivní efekt na subjektivní i objektivní výsledky pacientů po této léčbě. Všechna data byla statisticky zpracována pomocí programu STATISTICA 9.0. Ke srovnání výsledků VAS skóre, Constantova skóre a ASES skóre před léčbou a 6 měsíců po léčbě byl použit Studentův t-test. Hladina významnosti byla stanovena jako $p < 0,05$.

VÝSLEDKY

Jedná se o prospektivní randomizovanou studii, která na statisticky významném souboru pacientů zkoumá efektivitu aplikace PRP do subakromiálního prostoru při léčbě impingement syndromu ramena. Průměrný věk pacientů v době léčby ve skupině I byl 48,7 let (15 mužů a 10 žen), ve skupině II 50,1 let (16 mužů a 9 žen). Ve skupině I byl průměr VAS skóre před aplikací 2,96 (rozsa: 1–5; medián: 3,0; SO: 0,77), průměr ASES skóre 45,60 (rozsa: 21–75; medián: 41,0; SO: 19,16), průměr Constantova skóre 43,28 (rozsa: 19–70; medián: 47,0; SO: 17,14).

Ve skupině II byl pro VAS skóre průměr 3,12 (rozsa: 2–5; medián: 3,0; SO: 0,82), pro ASES skóre průměr 46,88 (rozsa: 19–77; medián: 48,0; SO: 17,91), průměr Constantova skóre 45,16 (rozsa: 20–69; medián: 47,0; SO: 15,99). 6 měsíců od poslední aplikace byly výsledky pro skupinu I tyto: průměr VAS skóre 1,16 (rozsa: 0–2; medián: 1,0; SO: 0,67), průměr ASES skóre 61,84 (rozsa: 34–92; medián: 59,0; SO: 18,61), Constantovo skóre průměr 74,04 (rozsa: 47–95; medián: 78,0; SO: 13,32).

Pro skupinu II: VAS skóre průměr 1,80 (rozsa: 1–3; medián: 2,0; SO: 0,57), ASES skóre průměr 56,36 (rozsa: 33–80; medián: 60,0; SO: 14,10), Constantovo skóre průměr 56,88 (rozsa: 35–90; medián: 58,0; SO: 15,38).

Hodnota p získaná pomocí Studentova t-testu vyšla při srovnání výsledků všech tří skórovacích systémů před léčbou a 6 měsíců po léčbě u obou skupin pacientů jako statisticky významná ($p < 0,05$). U všech jedinců ze skupiny I došlo ke zlepšení skórovacích systémů pro bolest a ke zlepšení funkčních testů. Tyto výsledky v kontextu s nepřítomností vedlejších účinků léčby

poskytují důkaz efektivity PRP v léčbě impingement syndromu ramena. Detailní statistické zhodnocení naměřených výsledků před léčbou, v 6 týdnech, 3 měsících a 6 měsících po léčbě znázorňuje tabulka 1. Při porovnání výsledků měření u obou skupin pacientů můžeme vidět, že v odstupu 6 týdnů od aplikace došlo k výraznějšímu zlepšení u skupiny pacientů II, z čehož můžeme usuzovat na rychlejší nástup analgetizujícího účinku směsi depotního kortikoidu s mesocainem.

DISKUSE

Doposud existuje pouze velmi málo studií týkajících se léčby impingement syndromu ramena pomocí PRP (20, 21, 24). Mnoho specialistů používá tuto metodu u svých pacientů, aniž by získali vědecky podložené informace o účinku této léčby z preklinických a nebo prospektivních klinických studií. Nemohou si tedy vytvořit představu o reálném působení PRP v lidském organismu.

Krevní destičky obsahují ve svých alfa granulích množství růstových faktorů a jiných proteinů. Patří mezi ně růstový faktor odvozený od trombocytů (PDGF), transformující růstový faktor beta (TGF- β), destičkový faktor interleukin (IL), angiogenetický faktor odvozený od trombocytů (PDAF), epidermální růstový faktor (EGF), insulin-like growth factor (IGF), vaskulární endoteliální růstový faktor (VEGF) a fibronectin. U pacientů s impingement syndromem je častým příznakem bolest a omezení rozsahu pohybu ramenního kloubu. Nezřídka je zdrojem bolesti ramenního pletence subakromiální burza.

Pokud je burza zánětlivě změněná, obsahuje velký počet patologických nervových zakončení, která jsou příčinou klinických symptomů (23). Je prokázáno, že také velké množství substance-P a vaskulárního endoteliálního růstového faktoru v subakromiální burze je spojeno s rozvojem bolesti (9, 25). Zvýšená koncentrace VEGF je také spojována s proliferací synovie (9). TGF- β je cytokin, který hraje klíčovou roli v tkáňové fibróze (3). Zvýšená hladina transformačního růstového faktoru beta v subakromiální burze byla zaznamenána u pacientů, kteří podstoupili chirurgický zákrok na šlachách svalů rotátorové manžety (18). Menší zlepšení Constantova skóre a VAS skóre pro bolest u pacientů, kteří dostali injekci PRP, může být ve vztahu k VEGF a TGF- β obsaženém v PRP. Počet krevních destiček více než 300 000/l v PRP je považován za efektivní (1), počet destiček 2,5krát větší než základní počet, je považován za ideální koncentraci (10). PRP nepředstavuje žádné riziko imunitní reakce nebo riziko přenosu onemocnění. Stejně tak nebyla představena žádná studie, která by potvrdila riziko hyperplazie nebo karcinogeneze při užití PRP (19).

Použití PRP u patologických stavů ramenního kloubu bylo již prezentováno (8, 12, 22). U pacientů, kteří podstoupili otevřenou subakromiální dekompresi s injekcí PRP, se VAS pro bolest snížilo a rozsah pohybu zlepšil (8). U pacienta s kalcifikující tendinitidou, který dostával 3 PRP injekce ve dvoutýdenních intervalech, došlo po 6 týdnech k ústupu negativních příznaků a došlo ke kompletní obnově rozsahu pohybu v jednom roce od poslední aplikace (22). Ve studii Jo a kol. (12) byly výsledky u pa-

Tab. 1. Statistické hodnocení výsledků

Skupina I	VAS				ASES				Constant			
	průměr	rozsah	medián	směrodatná odchylka	průměr	rozsah	medián	směrodatná odchylka	průměr	rozsah	medián	směrodatná odchylka
před aplikací	2,96	1–5	3,0	0,77	45,6	21–75	41,0	19,16	43,28	19–70	47,0	17,14
6 týdnů po aplikaci	2,60	1–4	3,0	0,69	48,52	22–78	42,0	18,20	46,68	23–72	52,0	15,70
3 měsíce po aplikaci	2,00	1–3	2,0	0,49	53,64	28–82	53,0	18,27	56,16	33–80	58,0	14,17
6 měsíců po aplikaci	1,16	0–2	1,0	0,67	61,84	34–92	59,0	18,61	74,04	47–95	78,0	13,32
hodnota p před aplikací/ 6 měsíců po aplikaci	4,64x10 ⁻¹⁰				4,54x10 ⁻⁹				2,16x10 ⁻¹³			
Skupina II	VAS				ASES				Constant			
	průměr	rozsah	medián	směrodatná odchylka	průměr	rozsah	medián	směrodatná odchylka	průměr	rozsah	medián	směrodatná odchylka
před aplikací	3,12	2–5	3,0	0,82	46,88	19–77	48,0	17,91	45,16	20–69	47,0	15,99
6 týdnů po aplikaci	2,40	1–4	2,0	0,69	51,96	23–75	55,0	15,12	50,80	30–75	53,0	14,87
3 měsíce po aplikaci	2,16	1–4	2,0	0,73	53,48	26–77	55,0	15,09	53,28	33–83	55,0	14,88
6 měsíců po aplikaci	1,80	1–3	12,0	0,57	56,36	33–80	60,0	14,10	56,88	35–90	58,0	15,38
hodnota p před aplikací/ 6 měsíců po aplikaci	3,14x10 ⁻⁷				0,020811				0,007088			

cientů, kteří podstoupili artroskopické ošetření rotátorové manžety, ať už s nebo bez užití PRP injekce, srovnatelné co se týče bolesti, rozsahu pohybu, hodnocení skórovacích systémů a také recidivy ruptury rotátorové manžety za průměrnou dobu 19,7 měsíců. U pacientů s artroskopickým ošetřením rotátorové manžety a s užitím PRP neměla tato látka žádný vliv na recidivy ruptur manžety nebo na změny ve výsledcích skórovacích systémů (11). Brox a kol. ve své studii (4) referují trvalé zlepšení skórovacích systémů hodnotících kvalitu života po aplikaci PRP. Vzhledem k tomu, že všichni účastníci v této skupině byli refrakterní k předchozí fyzikální terapii, jeví se PRP jako velmi efektivní metoda ve srovnání s terapií fyzikální.

Systematický průzkum naznačuje, že neexistují významné rozdíly ve výsledcích mezi subakromiální dekompresí (otevřenou nebo artroskopicky prováděnou) a aktivní neoperační léčbou pro refrakterní tendinopatii rotátorové manžety (6). Na základě námi získaných výsledků můžeme usuzovat, že PRP může poskytnout minimálně invazivní ambulantní léčbu pro refrakterní formy subakromiálního syndromu ramena, poskytuje levnější alternativu k operaci, a to s minimálním rizikem nežádoucích účinků.

Výsledky získané klinickým hodnocením souboru pacientů v naší studii jsou srovnatelné s těmi, které byly referovány v dalších studiích sledujících účinek PRP v léčbě chronické muskuloskeletální bolesti (25). *In vivo* studie ukazují, že biologicky aktivní látky a koncentrované růstové faktory obsažené v PRP mohou zahájit kaskádu hojení v oblasti šlachy při jejím poranění (22). Stejně mechanismy tkáňového hojení mohou být zodpovědné za klinické zlepšení, které je patrné v naší studii.

ZÁVĚR

Výsledky získané sledováním souboru 50 pacientů potvrzují naši hypotézu, že léčba impingement syndromu ramena pomocí série 3 injekcí plazmy bohaté na trombocyty (PRP) do subakromiálního prostoru má pozitivní vliv na subjektivní i objektivní stav pacienta po léčbě. Naše práce rovněž ukazuje, že tato léčebná metoda je dostatečně bezpečná pro použití v klinické praxi.

Literatura

- Anitua E. Plasma rich in growth factors: preliminary results of use in the preparation of future sites for implants. *Int J Oral Maxillofac Implants*. 1999;14:529–535.
- Bigliani LU, Levine WN. Subacromial impingement syndrome. *J Bone Joint Surg Am*. 1997;79:1854–1868.
- Border WA, Noble NA. Transforming growth factor beta in tissue fibrosis. *N Engl J Med*. 1994;331:1286–1292.
- Brox JI, Gjengedal E, Uppheim G, Bøhmer AS, Brevik JI, Ljunggren AE, Staff PH. Arthroscopic surgery versus supervised exercises in patients with rotator cuff disease (stage II impingement syndrome): a prospective, randomized, controlled study in 125 patients with a 2 1/2-year follow-up. *J Shoulder Elbow Surg*. 1999;8:102–111.
- Castillo TN, Pouliot MA, Kim HJ, Dragoo JL. Comparison of growth factor and platelet concentration from commercial platelet-rich plasma separation systems. *Am J Sports Med*. 2011;39:266–271.
- Coghlan JA, Buchbinder R, Green S, Johnston RV, Bell SN. Surgery for rotator cuff disease. *Cochrane Database Syst Rev*. 2008;CD005619.
- Constant CR, Murley AHG. A clinical method of functional assessment of the shoulder. *Clin Orthop Relat Res*. 1987;214:160–164.
- Everts PA, Devilee RJ, Brown Mahoney C, van Erp A, Oosterbos CJ, Stellenboom M, Knape JT, van Zundert A. Exogenous application of platelet-leukocyte gel during open subacromial decompression contributes to improved patient outcome. A prospective randomized double-blind study. *Eur Surg Res*. 2008;40:203–210.
- Gotoh M, Hamada K, Yamakawa H, Inoue A, Fukuda H. Increased substance P in subacromial bursa and shoulder pain in rotator cuff diseases. *J Orthop Res*. 1998;16:618–621.
- Graziani F, Ivanovski S, Cei S, Ducci F, Tonetti M, Gabriele M. The in vitro effect of different PRP concentrations on osteoblasts and fibroblasts. *Clin Oral Implants Res*. 2006;17:212–219.
- Chahal J, Van Thiel GS, Mall N, Heard W, Bach BR, Cole BJ, Nicholson GP, Verma NN, Whelan DB, Romeo AA. The role of platelet-rich plasma in arthroscopic rotator cuff repair: a systematic review with quantitative synthesis. *Arthroscopy*. 2012;28:1718–1727.
- Jo CH, Kim JE, Yoon KS, Lee JH, Kang SB, Lee JH, Han HS, Rhee SH, Shin S. Does platelet-rich plasma accelerate recovery after rotator cuff repair? A prospective cohort study. *Am J Sports Med*. 2011;39:2082–2090.
- Maffulli N, Del Buono A. Platelet plasma rich products in musculoskeletal medicine: any evidence? *Surgeon*. 2012;10:148–150.
- Morrison DS, Frogameni AD, Woodworth P. Non-operative treatment of subacromial impingement syndrome. *J Bone Joint Surg Am*. 1997;79:732–737.
- Neer CS 2nd. Anterior acromioplasty for the chronic impingement syndrome in the shoulder: a preliminary report. *J Bone Joint Surg Am*. 1972;54:41–50.
- Neer CS 2nd. Impingement lesions. *Clin Orthop Relat Res*. 1983;173:70–77.
- Richards RR, An KN, Bigliani LU, Friedman RJ, Gartsman GM, Gristina AG, Iannotti JP, Mow VC, Sidles JA, Zuckerman JD. A standardized method for the assessment of shoulder function. *J Shoulder Elbow Surg*. 1994;3:347–352.
- Sakai H, Fujita K, Sakai Y, Mizuno K. Immunolocalization of cytokines and growth factors in subacromial bursa of rotator cuff tear patients. *Kobe J Med Sci*. 2001;47:25–34.
- Sanchez M, Anitua E, Orive G, Mujika I, Andia I. Platelet-rich therapies in the treatment of orthopaedic sport injuries. *Sports Med*. 2009;39:345–354.
- Say F, Gurler D, Bulbul M. Platelet-rich plasma versus steroid injection for subacromial impingement syndrome. *J Orthop Surg (Hong Kong)*. 2016;24:62–66.
- Scarpone M, Rabago D, Snell E, Demeo P, Ruppert K, Pritchard P, Arbogast G, Wilson JJ, Balzano JF. Effectiveness of platelet rich plasma injection for rotator cuff tendinopathy: a prospective open-label study. *Glob Adv Health Med*. 2013;2:26–31.
- Seijas R, Ares O, Alvarez P, Cusco X, Garcia-Balletbo M, Cugat R. Platelet-rich plasma for calcific tendinitis of the shoulder: a case report. *J Orthop Surg (Hong Kong)*. 2012;20:126–130.
- Tomita Y, Ozaki J, Sakurai G, Kondo T, Nakagaki K, Tamai S. Neurohistology of the subacromial bursa in rotator cuff tear. *J Orthop Sci*. 1997;2:295–300.
- von Wehren L, Blanke F, Todorov A, Heisterbach P, Sailer J, Majewski M. The effect of subacromial injections of autologous conditioned plasma versus cortisone for the treatment of symptomatic partial rotator cuff tears. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*. 2016;24:3787–3792.
- Yanagisawa K, Hamada K, Gotoh M, Tokunaga T, Oshika Y, Tomisawa M, Lee YH, Handa A, Kijima H, Yamazaki H, Nakamura M, Ueyama Y, Tamaoki N, Fukuda H. Vascular endothelial growth factor (VEGF) expression in the subacromial bursa is increased in patients with impingement syndrome. *J Orthop Res*. 2001;19:448–455.

Korespondující autor:

MUDr. Petr Šmíd
Ortopedicko-traumatologické oddělení
Nemocnice Znojmo
MUDr. Jana Janského 2675/11
669 02 Znojmo
E-mail: petr.smid@nemzn.cz