

Tangent sign – spolehlivý prediktor rizika reruptury při rekonstrukci šlach svalů rotátorové manžety

Tangent Sign – a Reliable Predictor of Risk for Tendon Re-Rupture in Rotator Cuff Repair

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

¹Ortopedicko-traumatologické oddělení Nemocnice Znojmo

²Klinika traumatologie v Úrazové nemocnici v Brně, LF MU, Brno

³Oddělení radiologické a zobrazovacích metod Nemocnice Znojmo

ABSTRACT

PURPOSE OF THE STUDY

Repair techniques for rotator cuff injury are currently well advanced. However, the risk of re-rupture, particularly when severe damage to the tendons has been repaired, is still high. The causes of failure can be due to the extent of injury, a repair done on a highly degenerated tendon with diminished viability or ischaemic damage to the tendon tissue resulting from suture material. The aim of the study was to ascertain the reliability of the tangent sign, a commonly used indicator of the degree of supraspinatus muscle atrophy, in the prediction of risk for tendon re-rupture in the post-operative period.

MATERIAL AND METHODS

In 2011 the rotator cuff torn tendons were repaired by the method of double-row suture in 37 patients. The surgery was done by an open technique using the deltoid-splitting approach. A pre-operative magnetic resonance image (MRI) of the shoulder was obtained in all patients and each was assessed by a competent independent radiology specialist with a focus on the extent of a tendon lesion and the tangent sign. At 2-year follow-up, the results of repeated MRI were evaluated in view of the state of repaired tendons and, if a re-tear was found, its relation to the original suture and its extent in the sagittal plane were determined. The pre- and post-operative MRI findings were compared to find out how the presence or absence of a tangent sign before surgery relates to the incidence of supraspinatus tendon re-rupture at 2 years after surgery. The results were statistically analysed using Student's t-test and the Chi-square test

RESULTS

Of the 37 shoulders, in the pre-operative period, a tangent sign was identified in 21 (56.8%). The average size of a rotator cuff tear was 29.3 mm for the whole group. For the shoulders with no tangent sign, the average value was 21.8 mm, for those with a tangent sign present, it was 39.6 mm. At 2-year follow-up, no tear was found in the patients in whom pre-operative MRI showed no tangent sign while re-tears were recorded in 18 of 21 shoulders (85.7%) with a tangent sign present before surgery. On the average, the re-rupture had 40.8 mm in size and, in all cases, it occurred at the site of tendon re-insertion into the greater tubercle. These results were statistically significant ($p < 0.01$).

DISCUSSION

In repair of injury to the tendons of the rotator cuff muscles, emphasis is currently placed on a thorough pre-operative examination. MRI is an important part of the diagnostic procedure because it provides a detailed image of the muscle as a whole. Although great advances have recently been made in both the diagnostic and surgical techniques, the incidence of tendon re-rupture within a few years of the procedure is still high.

CONCLUSION

Our results show that the presence of a tangent sign detected by pre-operative MRI examination of the shoulder can be an important predictor of failure in rotator cuff repair and can also turn attention to the selection of an alternative technique to be used.

Key words: tangent sign, tendon re-tear, rotator cuff.

ÚVOD

Rotátorová manžeta je tvořena úpony šlach svalů ramenního pletence (musculus subscapularis, musculus supraspinatus, musculus infraspinatus a musculus teres minor) na hrbole pažní kosti. Přestože jsou často jednotlivé úpony popisovány jako oddělené struktury (4, 13, 25), jedná se ve skutečnosti o spojitý pás šlach upínající se na pažní kost.

Poranění šlach svalů rotátorové manžety je již dlouhou dobu považováno za jednu z podstatných příčin bolesti ramenního kloubu a problematika poškození rotátorové manžety ramenního kloubu představuje jedno z významných témat ortopedických konferencí. Ruptura šlach svalů rotátorové manžety je častým klinickým problémem, zvláště u pacientů nad 40 let věku, který může výrazně omezit funkci ramenního kloubu a celkově zhoršit komfort pacienta. V případě, že v léčbě selhávají konzervativní postupy, přichází na řadu operační řešení stavu (28). Operace často přináší subjektivní úlevu od bolesti a objektivní zlepšení rozsahu pohybu (14, 18, 20, 21).

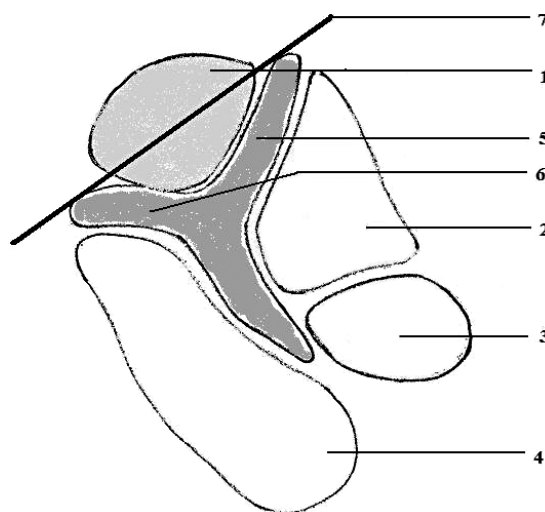
Přestože je v současnosti chirurgická léčba poškození těchto šlach na vysoké úrovni, výsledky sutur, zvláště rozsáhlých lézí, jsou z dlouhodobějšího hlediska často neuspokojivé a mnohé studie ukazují na vysoké procento reruptur (11–94 %) (2, 8, 17, 22, 24, 30). Obecně jsou dosahovány horší výsledky při rekonstrukcích rozsáhlých ruptur manžety (5, 32). Snahou je řešit tato poranění primárně spíše šlachovým přenosem m. latissimus dorsi či m. teres maior, jak popsal Gerber (9). Za významnou příčinu vysokého procenta reruptur je považována také ischemizace cévního zásobení šlach manžety fixačním materiálem (16).

Důležitým předoperačním ukazatelem a prediktorem výsledku sutyry je také kvalita šlachy, atrofie a tuková degenerace svalu (10, 11, 12). Ve světovém písemnictví se objevují zmínky o tangent sign (tangenciální znamení), hodnoceném na magnetické rezonanci v sagitálním řezu ramenním kloubem, jako o vhodném předoperačním ukazateli stupně atrofie musculus supraspinatus (19, 26, 31, 33, 34).

Cílem této studie bylo potvrdit či vyvrátit hypotézu, že tangenciální znamení je jednoduchým a zároveň spolehlivým ukazatelem, díky kterému je chirurg schopen předoperačně určit, zda se jedná o rupturu šlachy musculus supraspinatus ještě vhodnou k sutuře nebo se již jedná o poškození takového rozsahu, že by mělo být uvažováno o jiném druhu operačního ošetření, například o šlachovém transferu.

MATERIÁL A METODIKA

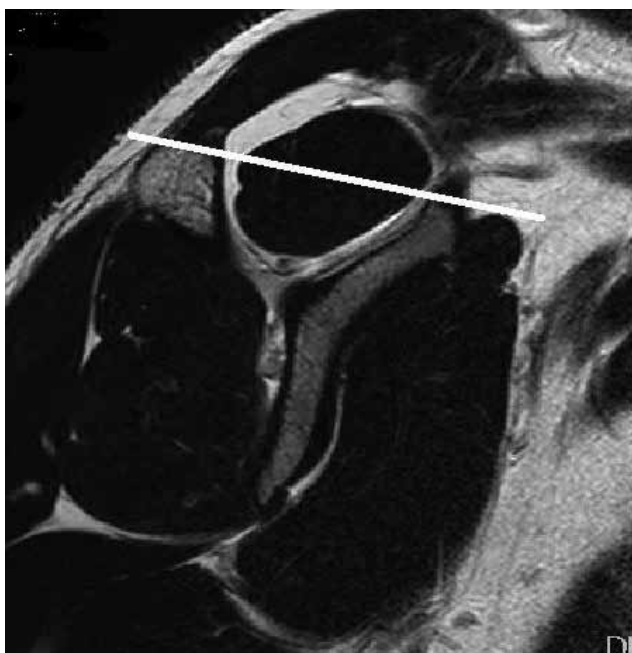
Soubor 37 pacientů operovaných na našem pracovišti v roce 2011 pro poranění šlach svalů rotátorové manžety tvořilo 24 mužů a 13 žen, průměrný věk v době operace byl 55,7 let (39–69 let). Jednalo se vždy o výkon pouze na jedné straně. Indikaci k operaci představovalo poškození šlach svalů rotátorové manžety, které bylo předoperačně prokázáno magnetickou rezonancí a které bylo pacienty



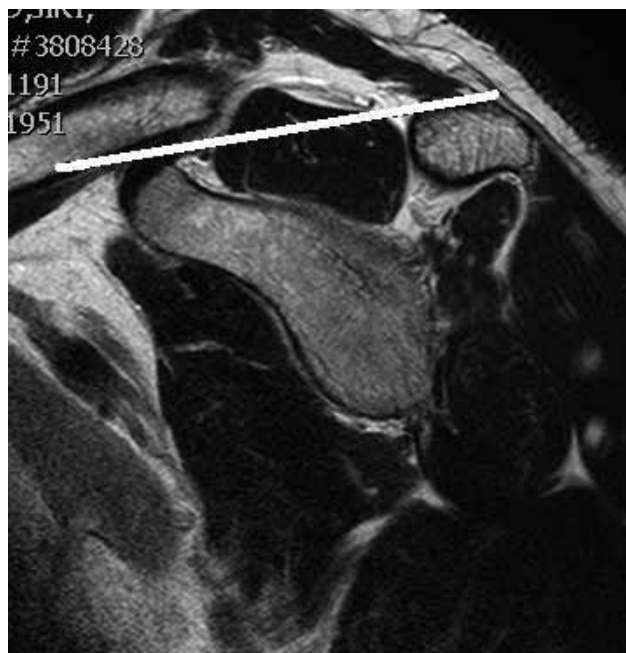
Obr. 1. Konstrukce tangenty na horní okraj processus coracoideus a spina scapulae ve standardním provedení (1 – musculus supraspinatus, 2 – musculus infraspinatus, 3 – musculus teres minor, 4 – musculus subscapularis, 5 – spina scapulae, 6 – processus coracoideus, 7 – tangenta).

subjektivně vnímáno jako bolestivé. Klinické vyšetření vykazovalo ve všech případech známky omezení funkce ramenního kloubu. Pro celý vyšetřovaný soubor platil společný jmenovatel, a to možnost kompletní anatomické rekonstrukce ruptury manžety bez napětí.

Všechny operace byly prováděny erudovaným chirurgem, jako standardní poloha pro tyto výkony byla zvolena beach-chair pozice. Výkon vždy začínal diagnostickou artroskopií. V případě, že byla nalezena kompletní ruptura jedné nebo více šlach manžety, bylo přistoupeno k jejich rekonstrukci otevřenou cestou. Z deltoid split přístupu jsme tupou preperací přes musculus deltoideus obnažili subakromiální burzu. Následovala Neerova akromioplastika. Posléze jsme mobilizovali pahýl šlach svalů manžety. Po uchycení konce šlach jsme tyto důkladně mobilizovali jak kraniálně, tak kaudálně až nad lopatku. K refixaci šlachy bylo přistoupeno pouze tehdy, pokud jsme takto získali možnost uchycení kvalitní šlachy do footprintu na velkém hrbole pažní kosti bez napětí a bez nutnosti abdukce paže nad 60°. K fixaci šlachy jsme používali implantáty BioCorkscrew 5,5 nebo 6,6 mm (Arthrex) se dvěma nevstřebatelnými návleky. Jako metodu sutyry jsme vždy užili double row techniku (se dvěma řadami těchto vrutů). Následovalo zavedení Redonova drénu do subakromiálního prostoru, sutura rány po vrstvách, sterilní krytí a naložení abdukčního válce na 6 týdnů. Po tuto dobu pacient pasivně cvičil pohyb směrem nad horizontálu pod vedením erudovaného rehabilitačního pracovníka. Po sejmutí fixace začala aktivní část rehabilitace až do obnovení plného rozsahu pohybu. Odlehčování operované končetiny bylo pacientům doporučováno 6 měsíců od operace. Ambulantní kontroly probíhaly u všech pacientů vždy šestý týden od operace, dále pak 3. a 6. pooperační měsíc a 1 rok od operace. Poslední ambulantní vyšetření pacientů včetně



Obr. 2. Konstrukce tangenty v případě, že nelze zobrazit současně spojnice processus coracoideus – spina scapulae – tělo lopatky ve tvaru písmene Y.



Obr. 3. Negativní tangenciální znamení, tangenta protíná svalové břicho m. supraspinatus.

provedení magnetické rezonance operovaného ramenního kloubu bylo uskutečněno 2 roky od operačního výkonu.

Jak předoperační, tak pooperační vyšetření magnetickou rezonancí, bylo prováděno na přístroji 1,5T (arthroMR s využitím kontrastní látky). Všechny výsledky vyšetření magnetickou rezonancí byly hodnoceny zkušeným rentgenologem specializujícím se na problematiku poranění pohybového aparátu. Na předoperačních snímcích nás kromě standardních ukazatelů poškození šlach manžety jako je rozsah ruptury, její tvar, stupeň retrakce a degenerace šlachy a svalu, zajímala též pozitivita či negativita tangenciálního znamení. Tangenciální znamení je hodnoceno v originálním popisu metody ze sagitálního řezu ramenním kloubem v T2 váženém obraze v nejlaterálnějších místech lopatky, ve kterém tvoří spojnice processus coracoideus, odstup spina scapulae a tělo lopatky typický obrazec Y (obr. 1). Ne vždy je však tento přesný sagitální řez po provedení magnetické rezonance k dispozici, a tak se lze spokojit se situací, kdy získáme obraz zachycující nejvyšší možný bod horního okraje processus coracoideus a jemu odpovídající bod na spina scapulae. Těmito místy prokládáme linii reprezentující požadovanou tangentu (obr. 2). Obraz magnetické rezonance je v T2 váženém modu schopen dobře zobrazit kvalitní svalovou tkáň. Pokud zasahuje břicho svalu musculus supraspinatus minimálně k tangentě a nebo před ní, je tangent sign negativní (obr. 3). V případě, že však svalová tkáň m. supraspinatus leží jen za touto linií, pak je tangenciální znamení považováno za pozitivní (obr. 4). Pozitivita tangenciálního znamení upozorňuje na výraznou atrofii musculus supraspinatus. Pokud je tangenciální znamení negativní, je to známkou dostatečného množství kvalitní svalové tkáně.



Obr. 4. Pozitivní tangenciální znamení, svalové břicho m. supraspinatus leží celé pod tangentou.

Při hodnocení pooperační magnetické rezonance nás zajímala přítomnost ruptur ve struktuře šlachy supraspinatu jakéhokoliv rozsahu a uložení, která byla verifikována únikem kontrastní látky extraartikulárně po jejím intraartikulárním podání (obr. 5).

Všechna získaná data byla statisticky zpracována pomocí softwaru STATISTICA 9.0. Ke zhodnocení rozsahu svalových ruptur měřených v milimetrech bylo užito ukazatelů průměr, medián, směrodatná odchylka a rozptyl. Ke statistickému zpracování naměřených hodnot předoperačně a pooperačně byl užit Studentův t-test. Za

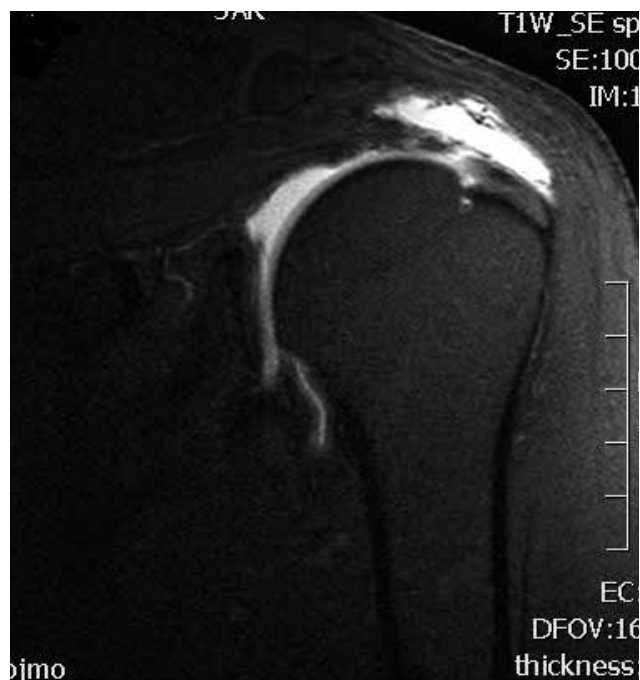
statisticky významné bylo považováno $p < 0,01$. K porovnání incidence reruptur u skupiny ramen s předoperačně pozitivním a negativním tangenciálním znamením byl užít chí-kvadrát test. Hodnota $p < 0,01$ byla považována za statisticky významnou.

VÝSLEDKY

Z celkem 37 sledovaných ramenních kloubů vykazovalo při hodnocení předoperační magnetické rezonance 21 (56,8 %) z nich pozitivitu tangenciálního znamení, to znamená, že masa svalového bříška musculus supraspinatus byla v T2 váženém obraze umístěna pouze za linií processus coracoideus – spina scapulae. 16 ramenních kloubů (43,2 %) mělo tangenciální znamení negativní. Ze všech pacientů, u kterých bylo předoperačně tangenciální znamení pozitivní (21 pacientů) a u nichž byla možnost anatomické rekonstrukce poraněné šlachy supraspinatu bez napětí, byla na pooperační magnetické rezonanci zaznamenána reruptura šlachy jakéhokoli rozsahu v 18 případech (85,7 %). Pokud bylo tangenciální znamení hodnoceno předoperačně jako negativní, při pooperační magnetické rezonanci nebyly nalezeny známky reruptury v žádném z případů. Průměrný rozsah ruptur manžety v sagitální rovině byl při předoperačním měření 29,3 mm (rozsah: 18,0–45,0), přičemž u ruptur s negativním tangenciálním znamením byl průměrný rozsah ruptury 21,9 mm (rozsah: 18,0–25,0; medián: 22,0; SD: 2,695) a u lézí s pozitivním tangenciálním znamením 39,6 mm (rozsah: 23,0–45,0; medián: 45,0; SD: 8,523). Průměrný rozsah reruptury byl pooperačně 40,8 mm (rozsah: 14,0–55,0; medián 45,0; SD: 14,302) a její lokalizace byla ve všech případech v místě reinzerce šlach na velký hrbol. Při zpracování výsledků pomocí Studentova t-testu byl na hladině statické významnosti $p < 0,01$ vyhodnocen rozdíl mezi rozsahem ruptury před operací a po operaci pro tangenciální znamení negativní jako statisticky významný ($p = 5,282 \text{ E-}07$, žádná reruptura nebyla zjištěna), pro tangenciální znamení pozitivní jako nevýznamný ($p = 0,445$). Rozdíl mezi rozsahem ruptury před operací u tangent sign negativní a pozitivní skupiny byl statisticky významný ($p = 0,009$). Markantní rozdíl ve výskytu reruptury v případě skupiny ramen s pozitivním či negativním tangenciálním znamením na hladině významnosti $p < 0,01$ (hodnoceno dle χ^2 testu) ukazuje tabulka 1. Potvrdili jsme hypotézu, že pozitivita tangenciálního znamení předoperačně významně zvyšuje riziko reruptury šlachy v pooperačním období a naopak negativita tangenciálního znamení předoperačně toto riziko snižuje. Zároveň můžeme konstatovat, že čím větší je ruptura šlach manžety, tím pravděpodobnější je pozitivita tangenciálního znamení.

DISKUSE

Magnetická rezonance je vhodná metoda ke zhodnocení přítomnosti poranění šlach svalů rotátorové manžety, ke stanovení, zda je defekt pouze parciální nebo totální, dále ke zhodnocení rozsahu ruptury šlachy a jejího tvaru (29). V několika pracích pocházejících z 90.



Obr. 5. Únik intraartikulárně aplikované kontrastní látky přes defekt ve šlaše musculus supraspinatus do subakromiálního prostoru po předchozí rekonstrukci.

Tab. 1. Rozdíl ve výskytu reruptury

	Tangenciální znamení pozitivní	Tangenciální znamení negativní
Počet ramen	21	16
Počet reruptur	18	0
% zpracování	85,7	0
χ^2	8,98	$p=0,0027$

let 20. století je kladen velký důraz také na předoperační hodnocení svalové atrofie a tukové degenerace m. supraspinatus jako významného faktoru ovlivňujícího výsledný efekt operačního ošetření (1, 23, 27). Šlachová léze indukuje svalovou atrofií a tukovou degeneraci svalu, a tak je žádoucí, aby bylo ošetření prováděno co možná nejdříve. Rozsah svalové atrofie je také velmi významným prediktorem subjektivního výsledku, ať už operačního či konzervativního léčení (6, 15).

Radiologická literatura často opomíjí hodnocení svalové komponenty rotátorové manžety a zaměřuje se pouze na popis uložení, rozsahu a tvaru poškození šlachy. Bylo však prokázáno, hlavně ortopedickými chirurgy, že tyto ukazatele mohou být do určité míry nahrazeny právě kvantitativním hodnocením svalu jako takového (31, 33, 34). Toto je podloženo představou, že rekonstrukce šlachy nemůže být efektivní bez funkčního svalu jako celku.

Jedni z prvních, kteří se zabývali analýzou výsledků předoperační magnetické rezonance ramena u pacientů operovaných pro suspekci z poškození šlach svalů manžety, byli Zlatkin a kol. (35). Porovnávali senzitivitu a specifitu nálezů na magnetické rezonanci se skutečnými pooperačními nálezy a zjistili, že nekontrastní magnetická rezonance má jak pro parciální, tak totální ruptury hodnotu senzitivity 0,91 a specifity 0,88.

Zanetti a kol. (34) podali v roce 1998 podrobný popis kvantitativního hodnocení rozsahu svalové atrofie a tukové degenerace svalu. Na skupině 70 asymptomatických ramen a 30 ramen s předpokládanou lézí rotátorové manžety detailně popsali způsob hodnocení svalové atrofie a tukové degenerace svalu, přičemž jako hlavní a vysoce průkazný ukazatel poškození svalu označili jeho atrofii, kterou hodnotili pomocí reálné plochy průřezu svalového bříška v porovnání s plochou jeho lůžka. Jako jeden z ukazatelů svalové atrofie autoři označili také tangenciální znamení, které vyhodnotili jako negativní u všech asymptomatických pacientů, naopak pozitivní bylo znamení u 13 z 20 symptomatických pacientů s prokázanou střední a velkou lézí šlach manžety.

Otázkou peroperační reparability šlach manžety v porovnání s nálezy na předoperační magnetické rezonanci se zabývali Yoo a kol. (33). Zhodnotili 51 ramen, které operovali artroskopicky. Shoda nálezů na magnetické rezonanci v porovnání s peroperačním nálezem byla vyhodnocena jako vysoká, tuková degenerace supraspinatu třetího stupně a více je nevhodná pro anatomickou rekonstrukci šlachy.

Williams a kol. (31) v roce 2009 hledali souvislost mezi tukovou degenerací musculus supraspinatus a jeho atrofií. Ke zhodnocení tukové degenerace svalu použili autoři klasifikaci dle Goutaliera (11), k určení rozsahu svalové atrofie bylo použito tangenciální znamení. Na 87 pacientech byla prokázána vysoká korelace mezi svalovou atrofií při pozitivním tangent sign a tukovou degenerací svalu ve stadiích 3 a 4 dle Goutaliera. Proto může být tangenciální znamení podle závěru této práce samo o sobě považováno také za ukazatel tukové degenerace svalu.

Velmi rozsáhlou a detailní multicentrickou studii představili v roce 2010 Melis a kol. (19). Do studie bylo zařazeno 2500 pacientů s poraněním šlach rotátorové manžety, kteří podstoupili artroskopické ošetření nebo ošetření otevřenou cestou mezi roky 1988 až 2005. Poškození šlach předoperačně bylo hodnoceno pomocí arthro-CT, v pozdějším období magnetickou rezonancí. Stupeň tukové degenerace svalu byl na CT snímcích hodnocen klasifikací dle Goutaliera (11), na magnetické rezonanci klasifikací dle Fuchse (7). Svalová atrofie byla hodnocena pomocí tangent sign. Autoři zjistili, že stupeň tukové degenerace roste úměrně s věkem, časovým odstupem mezi nástupem příznaků a diagnózou a rozsahem poškození šlach manžety. Podobnou korelaci vykazovala i svalová atrofie prezentovaná pozitivitou tangent sign. Toto znamení bylo pozitivní u 14 % symptomatických pacientů, byla nalezena statisticky významná souvislost mezi pozitivitou tangent sign a stupněm tukové degenerace ($p < 0,0001$).

Studie Rulewicz a kol. publikovaná v roce 2013 (26) prokázala důležitost předoperačního hodnocení tukové degenerace svalu a svalové atrofie. Tangenciální znamení je podle autorů snadno proveditelná metoda ke stanovení rozsahu svalové atrofie a pozitivita tangent sign může být prediktivním faktorem možnosti primární rekonstrukce šlach manžety.

Výše prezentované práce podávají jasný důkaz o tom, že důkladná předoperační příprava včetně pečlivého hodnocení výsledků zobrazovacích metod má při práci chirurga svoje nezastupitelné místo. Dříve značně přeceňované hodnocení velikosti a tvaru poškození šlach manžety ztrácí ve světle těchto výsledků na významu, do popředí se dostává velmi důležité zhodnocení kvality svalu jako celku. V pracích výše uvedených je kladen velký důraz na porovnání předoperačního nálezů s nálezem peroperačním, včetně rekonstruovatelnosti šlach. V naší studii jsme si dali za cíl určit míru rizika reruptury šlach manžety s odstupem dvou let od operace v případě, že předoperační nález na magnetické rezonanci ukazoval díky pozitivnímu tangenciálnímu znamení na omezenou možnost rekonstrukce šlach, avšak následná rekonstrukce byla snadno proveditelná anatomicky, tedy v celém rozsahu ruptury, bez napětí a s dostatečným krytím velkého hrbolu pažní kosti. Z výsledků našich měření vyplývá, že u 18 z 21 pacientů (85,7 %) s předoperačně pozitivním tangenciálním znaméním (a tedy známkou významné atrofie svalového bříška musculus supraspinatus) došlo k reruptuře šlachy tohoto svalu. Naopak v případě předoperačně negativního tangenciálního znamení (16 pacientů) nebyla zaznamenána s odstupem dvou let od operace žádná reruptura. Z toho můžeme vyvodit, že pozitivita tangenciálního znamení předoperačně je citlivým ukazatelem pravděpodobného selhání sutury manžety, a naopak negativita tohoto znamení předoperačně předpovídá úspěch rekonstrukčního výkonu. Příčinu vysokého procenta reruptur v našem souboru můžeme vidět hlavně ve snížené kvalitě svalové tkáně při rozsáhlých postiženích šlach manžety (průměrný rozsah ruptury při pozitivitě tangent sign 32,4 mm, což je dle Cofielda (3) považováno za velkou rupturu šlachy). Slabou stránku naší studie vidíme v tom, že zde nebyl zohledněn pooperační klinický obraz a subjektivní spokojenost pacientů po výkonu. Můžeme však říci, že valná většina operovaných pacientů, ať už s rupturou šlach či bez ní, vykazuje pooperačně výrazné zlepšení jak v rozsahu pohybu, tak i v subjektivním vnímání svého stavu.

ZÁVĚR

Předoperační hodnocení svalové atrofie musculus supraspinatus pomocí jednoduchého ukazatele na standardně prováděném sagitálním řezu ramenním kloubem při magnetické rezonanci je spolehlivým prediktorem rekonstruovatelnosti šlachy musculus supraspinatus a zejména rizika reruptury v pooperačním období, to vše v pozitivní korelaci s rozsahem poškození šlach manžety v období předoperačním. Na základě uvedených zjištění se snažíme přistupovat k anatomické rekonstrukci těchto ruptur velmi uvážlivě, častěji indikujeme primárně šlachový transfer musculus latissimus dorsi. Pokud narazíme na nesouhlas pacienta se šlachovým přenosem, volíme anatomickou rekonstrukci šlach manžety, i když s nejistým výsledkem, a pacienta o této skutečnosti pečlivě poučujeme.

Literatura

1. BUIRSKI, G.: Magnetic resonance imaging in acute and chronic rotator cuff tears. *Skeletal Radiol.*, 19: 109–111, 1990.
2. CARBONEL, I., MARTÍNEZ, A. A., ALDEA, E., RIPALDA, J., HERRERA, A.: Outcome and structural integrity of rotator cuff after arthroscopic treatment of large and massive tears with double row technique: a 2-year followup. *Adv. Orthop.*, 2013: 914148, Epub 2013 Feb. 28, 2013.
3. COFIELD, R. H.: Rotator cuff disease of the shoulder. *J. Bone Jt Surg Am.*, 67-A: 974–979, 1985.
4. ČIHÁK, R.: *Anatomie I* (2. vydání). Praha, Grada Publishing, 2008.
5. DUQUIN, T. R., BUYEA, C., BISSON, L. J.: Which method of rotator cuff repair leads to the highest rate of structural healing? A systematic review. *Am. J. Sports Med.*, 38: 835–841, 2010.
6. FUCHS, B., GILBERT, M. K., HODLER, J., GERBER, C.: Clinical and structural results of open repair of an isolated one-tendon tear of the rotator cuff. *J. Bone Jt Surg., Am.*, 88-A: 309–316, 2006.
7. FUCHS, B., WEISHAUP, D., ZANETTI, M., HODLER, J., GERBER, C.: Fatty degeneration of the muscles of the rotator cuff: assessment by computed tomography versus magnetic resonance imaging. *J. Shoulder Elbow Surg.*, 8: 599–605, 1999.
8. GALATZ, L. M., BALL, C. M., TEEFEY, S. A., MIDDLETON, W. D., YAMAGUCHI, K.: Rotator cuff tears: why do we repair them? The outcome and repair integrity of completely arthroscopically repaired large and massive rotator cuff tears. *J. Bone Jt Surg.*, 86-A: 219–224, 2004.
9. GERBER, C.: Latissimus dorsi transfer for the treatment of irreparable tears of the rotator cuff. *Clin. Orthop.*, 275: 152–160, 1992.
10. GLADSTONE, J. N., BISHOP, J. Y., LO, I. K., FLATOW, E. L.: Fatty infiltration and atrophy of the rotator cuff do not improve after rotator cuff repair and correlate with poor functional outcome. *Am. J. Sports Med.*, 35: 719–728, 2007.
11. GOUTALLIER, D., POSTEL, J. M., BERNAGEAU, J., LAVAU, L., VOISIN, M. C.: Fatty infiltration of disrupted rotator cuff muscles. *Rev. Rheum. Engl. Ed.*, 62: 415–422, 1995.
12. GOUTALLIER, D., POSTEL, J. M., LAVAU, L., BERNAGEAU, J.: Impact of fatty degeneration of the supraspinatus and infraspinatus muscles on the prognosis of surgical repair of the rotator cuff. *Rev. Chir. Orthop. Repar. Appar. Mot.*, 85: 668–676, 1999.
13. GRAY, H.: *Gray's anatomy* (The masterclass edition). New York, Chancellor press, 1995.
14. HUIJSMANS, P. E., PRITCHARD, M. P., BERGHS, B. M., VAN ROOYEN, K. S., WALLACE, A. L., DE BEER, J. F.: Arthroscopic rotator cuff repair with double-row fixation. *J. Bone Jt Surg.*, 89-A: 1248–1257, 2007.
15. CHO, N. S., LEE, B. G., RHEE, Y. G.: Arthroscopic rotator cuff repair using a suture bridge technique: is the repair integrity actually maintained? *Am. J. Sports Med.*, 39: 2108–2116, 2011.
16. CHRISTOFORETTI, J. J., KRUPP, R. J., SINGLETON, S. B., KISSENBERTH, M. J., COOK, C., HAWKINS, R. J.: Arthroscopic suture bridge transosseous equivalent fixation of rotator cuff tendon preserves intratendinous blood flow at the time of initial fixation. *J. Shoulder Elbow Surg.*, 21: 523–530, 2012.
17. JO, C. H., SHIN, J. S.: Cross-sectional area of the supraspinatus muscle after rotator cuff repair: an anatomic measure of outcome. *J. Bone Jt Surg., Am.*, 95-A: 1785–1791, 2013.
18. KLEPPS, S., BISHOP, J., LIN, J., CAHLON, O., STRAUSS, A., HAYES, P., FLATOW, E. L.: Prospective evaluation of the effect of rotator cuff integrity on the outcome of open rotator cuff repairs. *Am. J. Sports Med.*, 32: 1716–1722, 2004.
19. MELIS, B., DEFRANCO, M. J., CHUINARD, C., WALCH, G.: Natural history of fatty infiltration and atrophy of the supraspinatus muscle in rotator cuff tears. *Clin. Orthop. Relat. Res.*, 468: 1498–1505, 2010.
20. MUSIL, D., SADOVSKÝ, P.: Masivní ruptura rotátorové manžety – srovnání mini-open a artroskopické rekonstrukce, část 2. Artroskopická rekonstrukce. *Acta Chir. orthop. Traum. čech.*, 74: 318–325, 2007.
21. MUSIL, D., SADOVSKÝ, P., STEHLÍK, J.: Masivní ruptura rotátorové manžety – srovnání mini-open a artroskopické rekonstrukce, část 1. Mini-open technika. *Acta Chir. orthop. Traum. čech.*, 73: 387–393, 2006.
22. MIHATA, T., WATANABE, C., FUKUNISHI, K., OHUE, M., TSUJIMURA, T., FUJIWARA, K., KINOSHITA, M.: Functional and structural outcomes of single-row versus double-row versus combined double-row and suture-bridge repair for rotator cuff tears. *Am. J. Sports Med.*, 39: 2091–2098, 2011.
23. NAKAGAKI, K., OZAKI, J., TOMITA, Y., TAMAI, S.: Alterations in the supraspinatus muscle belly with rotator cuff tearing: Evaluation with magnetic resonance imaging. *J. Shoulder Elbow Surg.*, 3: 88–93, 1994.
24. OH, J. H., KIM, S. H., JI, H. M., JO, K. H., BIN, S. W., GONG, H. S.: Prognostic factors affecting anatomic outcome of rotator cuff repair and correlation with functional outcome. *Arthroscopy*, 25: 30–39, 2009.
25. PETROVICKÝ, P.: *Anatomie s topografickými a klinickými aplikacemi* (1. vydání). Martin, Osveta, 2001.
26. RULEWICZ, G. J., BEATY, S., HAWKINS, R. J., KISSENBERTH, M. J.: Supraspinatus atrophy as a predictor of rotator cuff tear size: an MRI study utilizing the tangent sign. *J. Shoulder Elbow Surg.*, 22: e6–10, 2013.
27. THOMAZEAU, H., ROLLAND, Y., LUCAS, C., DUVAL, J. M., LANGLAIS, F.: Atrophy of the supraspinatus belly: Assessment by MRI in 55 patients with rotator cuff pathology. *Acta Orthop. Scand.*, 67: 264–268, 1996.
28. URBÁNEK, L., VAŠEK, P., TUČEK, M.: Artroskopické nálezy lézí rotátorové manžety a jejich operační léčba. *Acta Chir. orthop. Traum. čech.*, 78: 237–243, 2011.
29. VAN DER ZWAAL, P., THOMASSEN, B. J., URLINGS, T. A., DE ROOY, T. P., SWEN, J. W., VAN ARKEL, E. R.: Preoperative agreement on the geometric classification and 2-dimensional measurement of rotator cuff tears based on magnetic resonance arthrography. *Arthroscopy*, 28: 1329–1336, 2012.
30. WILLIAMS, G. R. Jr., ROCKWOOD, C. A. Jr., BIGLIANI, L. U., IANNOTTI, J. P., STANWOOD, W.: Rotator cuff tears: why do we repair them? *J. Bone Jt Surg.*, 86-A: 2764–2776, 2004.
31. WILLIAMS, M. D., LÄDERMANN, A., MELIS, B., BARTHELEMY, R., WALCH, G.: Fatty infiltration of the supraspinatus: a reliability study. *J. Shoulder Elbow Surg.*, 18: 581–587, 2009.
32. YOO, J. C., AHN, J. H., KOH, K. H., LIM, K. S.: Rotator cuff integrity after arthroscopic repair for large tears with less-than-optimal footprint coverage. *Arthroscopy*, 25: 1093–1100, 2009.
33. YOO, J. C., AHN, J. H., YANG, J. H., KOH, K. H., CHOI, S. H., YOON, Y. C.: Correlation of arthroscopic reparability of large to massive rotator cuff tears with preoperative magnetic resonance imaging scans. *Arthroscopy*, 25: 573–582, 2009.
34. ZANETTI, M., GERBER, C., HODLER, J.: Quantitative assessment of the muscles of the rotator cuff with magnetic resonance imaging. *Invest. Radiol.*, 33: 163–170, 1998.
35. ZLATKIN, M. B., IANNOTTI, J. P., ROBERTS, M. C., et al.: Rotator cuff tears: Diagnostic performance of MR imaging. *Radiology*, 172: 223–229, 1989.

Korespondující autor:

MUDr. Petr Šmíd

Ortopedicko-traumatologické oddělení

Nemocnice Znojmo

MUDr. J. Janského 11

669 02 Znojmo

E-mail: petrsmid@yahoo.com