

# CT ANGIOGRAFIE S EKG SYNCHRONIZACÍ ANEURYZMATU BŘIŠNÍ AORTY – MOŽNÝ PŘÍNOS V DIAGNOSTICE

ECG SYNCHRONIZED CT ANGIOGRAPHY OF ABDOMINAL AORTA ANEURYSM – POSSIBLE CONTRIBUTION IN DIAGNOSTIC

původní práce

Jan Baxa<sup>1</sup>  
 Jiří Moláček<sup>2</sup>  
 Karel Houdek<sup>2</sup>  
 Vladislav Třeška<sup>2</sup>  
 Jiří Ferda<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Klinika zobrazovacích metod LF UK a FN, Plzeň

<sup>2</sup>Chirurgická klinika LF UK a FN, Plzeň

Přijato: 15. 9. 2010.

## Korespondenční adresa:

MUDr. Jan Baxa  
 Klinika zobrazovacích metod LF UK a FN  
 Alej Svobody 80, 306 40 Plzeň  
 e-mail: baxaj@fnplzen.cz

## SOUHRN

**Baxa J, Moláček J, Houdek K, Třeška V, Ferda J. CT angiografie s EKG synchronizací aneuryzmatu břišní aorty – možný přínos v diagnostice**

**Cíl.** Posouzení přínosu provedení CT angiografie (CTA) s EKG synchronizací u aneuryzmatu abdominální aorty s možností hodnocení distenzibility.

**Materiál a metodika.** Dvanácti pacientům (10 mužů a 2 ženy, průměrný věk 65,2 roku) sledovaným v cévní poradně se známým subrenálním AAA bylo provedena CTA břišní aorty s EKG synchronizací. Všechna vyšetření byla provedena pomocí CT přístroje se dvěma zdroji X záření – dual-source CT (Somatom Definition, Siemens, Erlangen, Germany). Vyšetřovací protokol obsahoval standardní CTA celé břišní aorty a pánevních tepen a následovalo vyšetření s EKG gatingem pouze v rozsahu aneuryzmatu. Při standardním „non-gated“ vyšetření bylo do předlokatní žíly pomocí přetlakového injektoru aplikováno 80 ml neionické kontrastní látky s vysokou koncentrací jodu (Iomeron 400, Bracco, Italy) a 50 ml fyziologického roztoku jako záplach. Pouze 20 ml stejné kontrastní látky bylo použito při vyšetření s EKG synchronizací, a celkové množství tedy nepřesáhlo 100 ml.

**Výsledky.** Nepodařilo se prokázat korelaci mezi maximální velikostí AAA a distenzibilitou AAA či aorty. Naopak byl zjištěn statisticky významný rozdíl mezi hodnotami distenzibility stěny AAA a zdravé aorty. U stěny zdravé aorty byla distenzibilita signifikantně vyšší. I přes prokázané významné rozdíly mezi distenzibilitou stěny AAA a zdravé

## SUMMARY

**Baxa J, Moláček J, Houdek K, Třeška V, Ferda J. ECG synchronized CT angiography of abdominal aorta aneurysm – possible contribution in diagnostic**

**Aim.** Aim of our study was to assess contribution of ECG synchronized CT angiography (CTA) in patients with abdominal aorta aneurysm (AAA) and evaluation of distensibility.

**Materials and method.** A total of 12 consecutive patients (10 male, mean age 65.2) observed at vascular surgery department with known subrenal AAA, were referred for computed tomography angiography (CTA) with ECG synchronization. All examinations were performed using a dual-source multidetector-row scanner (Somatom Definition, Siemens, Erlangen, Germany). The scanning protocol contained standard CT angiography of whole abdominal aorta and iliac arteries. This was followed by scanning with ECG-gating covered only segment of aneurysm. For standard non-gated scanning 80 ml of a non-ionic contrast agent (Iomeron 400, Bracco, Italy) and 50 ml of saline were administered into an antecubital vein using power injector. Only 20 ml of the same contrast agent was administered during ECG-gated scanning and total amount of contrast agent was 100 ml.

**Results.** Correlation between maximal diameter and distensibility of AAA wasn't proved. Whereas was found significant difference between distensibility of AAA wall and healthy aorta. Significantly higher distensibility was found in wall of healthy aorta. Although significant difference between

aorty se v některých případech tyto hodnoty naopak velmi blížily. V našem malém souboru byl tento jev pozorován celkem u čtyř pacientů, z nichž dva měli tzv. rychle rostoucí aneuryzma.

**Závěr.** Provedení CTA s EKG synchronizací u AAA umožňuje kromě kvalitního morfologického zobrazení také výpočet hodnoty distenzibility. Na základě výsledků a zkušeností z provedené studie by do budoucna mohla hodnota distenzibility přispět v rámci diagnostiky k rozhodování o časně indikaci resekcí či endovaskulárního výkonu. Pro rozšíření této metody je nutná další redukce radiační zátěže a také vývoj dedikovaného softwaru pro samotné hodnocení distenzibility případně dalších parametrů.

**Klíčová slova:** CT angiografie, EKG synchronizace, AAA, aneuryzma břišní aorty.

distensibility of AAA and healthy aorta was proved, in some patients were observed close values of distensibility. It was found in 4 patients a 2 from this small group were observed for so called “fast-growing” AAA.

**Conclusion.** Performing of the ECG synchronized CTA allows not only perfect morphological imaging, but also calculation of distensibility. According to our results and experience this parameter could contribute to risk stratification of patients with AAA and possible early indication to surgical or endovascular therapy. Expansion of this method is depending on the reduction of radiation dose and availability of the dedicated software for calculation of distensibility.

**Key words:** CT angiography, ECG rating, AAA, abdominal aorta aneurysma.

## ÚVOD

Příčina aneuryzmatického rozšíření abdominální aorty (AAA) je ve většině případů poškození cévní stěny při ateroskleróze, jen malá část vzniká na podkladě infekčního postižení cévní stěny. AAA jsou ve většině případů asymptotické, teprve při výrazném růstu může způsobit tlakové změny na okolní struktury, které se projeví nejčastěji bolestí zad. V tomto případě se pak hovoří o tzv. symptomatickém AAA, které je velmi podezřelé z akutní komplikace charakteru ruptury či prosakování. Ruptura AAA je velmi vážný stav, který bez chirurgické či endovaskulární intervence končí fatálně. Z tohoto důvodu je logická snaha tomuto stavu předjít provedením časně plánované resekce (OR) či endovaskulárního řešení (EVAR). Výpočetní tomografie (CT) a ultrasonografie (USG) jsou dnes zcela běžné zobrazovací metody používané k diagnostice a sledování AAA. S jejich pomocí lze spolehlivě hodnotit „pouze“ velikost a rozsah dilatace a také identifikovat případné známky komplikací. Nové poznatky o AAA z posledních let však poukazují na to, že riziko ruptury AAA nesouvisí pouze s maximálním průměrem vaku, ale mají na něj nemalý vliv i vlastnosti cévní stěny.

CT angiografie břišní aorty s EKG synchronizací umožňuje kromě morfologických změn hodnotit funkční parametry cévní stěny, zejména tzv. distenzibilitu. Vzhledem k doposud omezeným literárním údajům bylo cílem naší prospektivní studie zhodnotit možnosti přínosu této metody při zobrazení AAA a zároveň navrhnout komplexní vyšetřovací protokol, který bude šetrný z hlediska radiační zátěže vyšetřovaných osob.

## MATERIÁL A METODA

Náhodným způsobem bylo vybráno dvanáct osob sledovaných v cévní poradně chirurgické kliniky pro AAA, s různým

rozměrem vaku. Všechny osoby byly dostatečně informovány a podepsaly informovaný souhlas s provedeným vyšetřením. Ve všech případech se jednalo o osoby, které byly indikovány k standardnímu CT vyšetření v rámci pravidelné kontroly nebo rozvahy před, event. řešením. U žádné osoby ze souboru nebyly známy žádné klinické známky komplikace AAA.

Všem dvanácti osobám bylo provedeno vyšetření břišní aorty na CT angiografii (CTA) s EKG synchronizací. Všechna vyšetření byla provedena za použití CT přístroje se dvěma zdroji X záření – dual-source CT (Somatom Definition, Siemens Medical solutions, Erlangen, Germany). Vyšetřovací protokol obsahoval standardní CTA celé břišní aorty a pánevních tepen (parametry: 120 kV a 160 eff.mAs, šíře datové stopy 0,6 mm, počet datových stop za otáčku 64, perioda rotace gantry 330 ms, pitch 0,95). Následovalo vyšetření s EKG gatingem pouze v rozsahu aneuryzmatu (parametry: 120 kV, 120 ref. mAs/otáčku, šíře datové stopy 0,6 mm, perioda rotace 330 ms, pitch 0.2).

Při standardním vyšetření bez EKG synchronizace bylo do předloketní žíly pomocí přetlakového injektoru aplikováno 80 ml neionické kontrastní látky s vysokou koncentrací jodu (Iomeron 400, Bracco, Italy) a 50 ml fyziologického roztoku jako záplach. Pouze 20 ml stejné kontrastní látky bylo použito při vyšetření s EKG synchronizací a celkové množství kontrastní látky tedy nepřesáhlo 100 ml.

Ze získaných dat byla provedena klasická rekonstrukce pro morfologické hodnocení břišní aorty a pánevních tepen. Dále byla rekonstruována multifázová série obrazů v intervalu 10% srdečního cyklu (R-R interval). Takto získaná data byla nahrána do 3D softwarové aplikace na pracovní stanici Syngo Leonardo (Siemens, Německo). Měření plochy průřezu aorty bylo prováděno ve dvou úrovních – v místě maximálního průměru AAA a v místě s normálním průměrem aorty nad AAA. V místě maximální dilatace jsme na přes-



▲ Obr. 1

Obr. 1. Měření plochy průřezu malého AAA  
Fig. 1. Measurement of area in cross-section of small AAA

ném transverzálním průřezu měřili plochu celého AAA a plochu volného lumina s průtokem krve, tedy bez nástěnné trombózy (obr. 1). Tyto hodnoty byly získány v celém srdečním cyklu (interval 10%).

V průběhu vyšetření (před a po akvizici) byl dvakrát změněn neinvazivně krevní tlak pomocí manžety na paži. K výpočtu jsme použili průměrnou hodnotu z obou získaných vyšetření.

Ze získaných hodnot jsme provedli výpočet distenzibility podle stanoveného vzorce. Hodnoty byly získány jak pro distenzibilitu stěny AAA, tak pro zdravé aorty nad výdutí. Rovněž jsme stanovili distenzibilitu vlastního lumina aorty, tedy bez nástěnného trombu.

Distenzibilita ( $D[\text{pa}^{-1}]$ ) je veličina popisující určitou roztažnost (deformaci) cévní stěny při průchodu pulzové vlny, lze definovat vzorcem:

$$D = \Delta A / A_0 \times \Delta p,$$

$A_0$  – nejmenší plocha průřezu tepny v průběhu srdečního cyklu ( $\text{mm}^2$ ),  $\Delta A$  – rozdíl mezi největší a nejmenší plochou průřezu tepny v průběhu srdečního cyklu ( $\text{mm}^2$ ),  $\Delta p$  – rozdíl mezi systolickým a diastolickým tlakem (Pa).

## VÝSLEDKY

Hodnotili jsme dvanáct nemocných, průměrný věk byl 65 let, jednalo o 10 mužů a 2 ženy (tab. 1, 2 a 3). Průměrný rozměr výdutě byl 5,95 cm.

### Vyhodnocení výsledků pomocí statistické analýzy

I. Pomocí Spearmanova korelačního koeficientu nebyla nalezena významná korelace mezi velikostí AAA a dis-

Tab. 1. Distenzibilita stěny AAA

Tab. 1. Distensibility of AAA

Pacient	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Průměr AAA (cm)	10,6	5,5	5,1	6,0	4,5	4,8	5,2	6,5	7,0	5,0	5,0	6,2
Distenzibilita stěny AAA ( $\text{pa}^{-1}$ )	$4,91 \times 10^{-6}$	$1,54 \times 10^{-5}$	$7,85 \times 10^{-6}$	$8,02 \times 10^{-6}$	$5,60 \times 10^{-6}$	$8,70 \times 10^{-6}$	$1,06 \times 10^{-5}$	$3,68 \times 10^{-6}$	$2,3 \times 10^{-5}$	$5,6 \times 10^{-5}$	$4,17 \times 10^{-6}$	$8,45 \times 10^{-6}$

Tab. 2. Distenzibilita lumina AAA

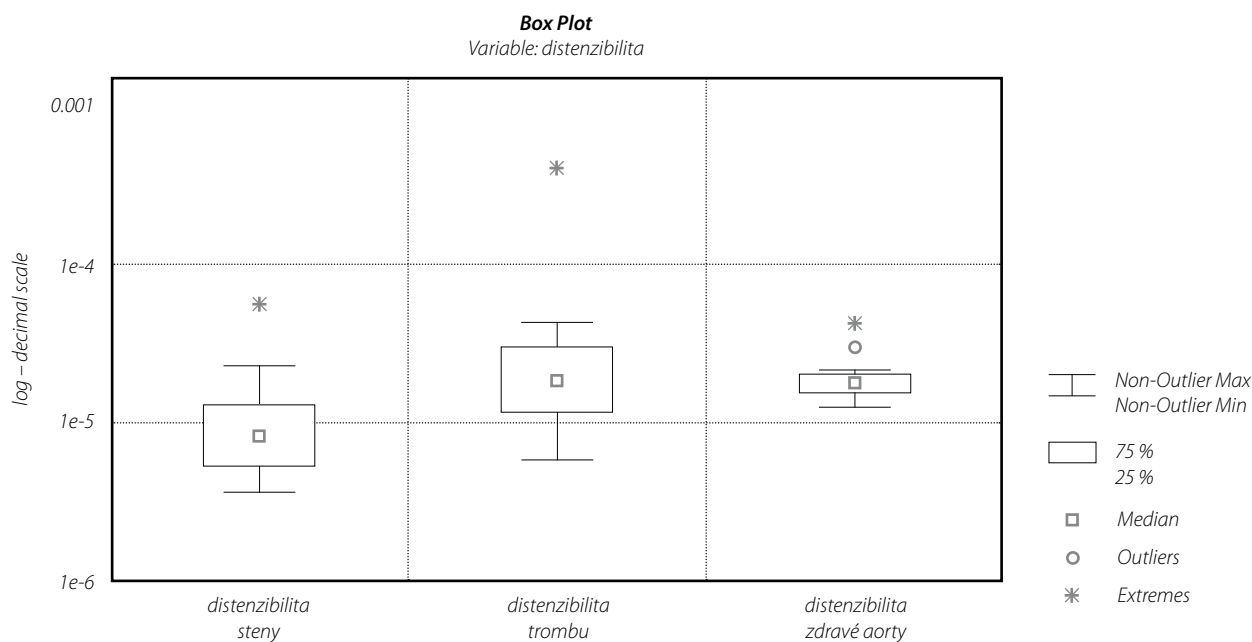
Tab. 2. Distensibility of AAA lumen

Pacient	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Průměr AAA (cm)	10,6	5,5	5,1	6,0	4,5	4,8	5,2	6,5	7,0	5,0	5,0	6,2
Distenzibilita lumina AAA ( $\text{pa}^{-1}$ )	$1,13 \times 10^{-5}$	$2,70 \times 10^{-5}$	$1,85 \times 10^{-5}$	$1,46 \times 10^{-5}$	$5,90 \times 10^{-6}$	$1,07 \times 10^{-5}$	$1,85 \times 10^{-5}$	$1,88 \times 10^{-5}$	$4,3 \times 10^{-5}$	$3,3 \times 10^{-5}$	$1,19 \times 10^{-5}$	$4,00 \times 10^{-4}$

Tab. 3. Distenzibilita zdravé aorty

Tab. 3. Distensibility of healthy aorta

Pacient	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Průměr AAA (cm)	10,6	5,5	5,1	6,0	4,5	4,8	5,2	6,5	7,0	5,0	5,0	6,2
Distenzibilita zdravé aorty nad AAA ( $\text{pa}^{-1}$ )	$1,54 \times 10^{-5}$	$1,48 \times 10^{-5}$	$2,95 \times 10^{-5}$	$2,14 \times 10^{-5}$	$1,31 \times 10^{-5}$	$1,79 \times 10^{-5}$	$1,24 \times 10^{-5}$	$1,62 \times 10^{-5}$	$1,87 \times 10^{-5}$	$1,76 \times 10^{-5}$	$4,21 \times 10^{-5}$	$1,88 \times 10^{-5}$



Graf 1. Porovnání distenzibility stěny AAA, trombu a zdravé aorty  
Graph 1. Comparison of distensibility of AAA wall, thrombus and healthy aorta

tenzibilitou stěny AAA ( $p = 0,8119$ ), distenzibilitou lumina AAA ( $p = 0,1262$ ) ani distenzibilitou zdravé aorty ( $p = 0,9828$ ).

II. Pomocí Kruskal-Wallisova testu se podařilo prokázat statisticky významný rozdíl mezi hodnotami distenzibility stěny AAA, lumina AAA a distenzibility zdravé aorty nad AAA. Nejvyšší distenzibilita je ve zdravé aortě, nižší distenzibilita je u lumina AAA a nejnižší ve stěně AAA.

Pomocí Wilcoxonova testu bylo potvrzeno, že distenzibilita stěny zdravé aorty je signifikantně vyšší v porovnání s distenzibilitou stěny AAA ( $p = 0,0141$ ).

Stejnou statistickou metodou se podařilo prokázat signifikantní rozdíl mezi distenzibilitou stěny AAA a distenzibilitou lumina AAA ( $p = 0,0221$ ). Distenzibilita stěny AAA byla signifikantně nižší.

Naopak se nepodařilo prokázat signifikantní rozdíl mezi distenzibilitou zdravé aorty nad AAA a distenzibilitou lumina AAA ( $p = 0,9090$ ) (graf 1).

III. I přes prokázané signifikantní rozdíly mezi distenzibilitou stěny AAA a zdravé aorty se hodnoty distenzibility

stěny AAA v některých konkrétních případech velmi blížily hodnotám distenzibility zdravé aorty nad AAA. V jednom případě ji dokonce převyšuje. V našem malém souboru jsme tento jev pozorovali celkem u čtyř osob, dvě z nich měly tzv. rychle rostoucí aneuryzma dle výše uvedených parametrů (tab. 4).

## DISKUSE

Pohled na etiologii, diagnostiku i terapii AAA se v posledních letech výrazně změnil vzhledem k významným pokrokům ve všech oblastech. V dnešní době je již relativně ustálen diagnostický algoritmus, stejně tak indikační kritéria k chirurgickému či endovaskulárnímu řešení. Snahou chirurga i intervenčního radiologa je samozřejmě vždy řešit výduť elektivně, u připraveného nemocného. K řešení jsou určena AAA o průměru 6 cm a více, resp. s rychlým růstem (5 mm za 6 měsíců) s předpokladem, že právě velikost AAA je hlavním faktorem zvyšujícím riziko ruptury. Přesto stále dochází velmi často k operaci nemocných s rupturou AAA s odpoví-

Tab. 4. Porovnání distenzibility stěny AAA a zdravé aorty (tučně vyznačeny případy blízkých hodnoty obou)  
Tab. 4. Comparison distensibility of AAA and healthy aorta (close values in bold)

Pacient	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
<b>Distenzibilita zdravé aorty nad AAA (<math>pa^{-1}</math>)</b>	$1,54 \times 10^{-5}$	<b><math>1,48 \times 10^{-5}</math></b>	$2,95 \times 10^{-5}$	$2,14 \times 10^{-5}$	$1,31 \times 10^{-5}$	$1,79 \times 10^{-5}$	<b><math>1,24 \times 10^{-5}</math></b>	$1,62 \times 10^{-5}$	<b><math>1,87 \times 10^{-5}</math></b>	<b><math>1,76 \times 10^{-5}</math></b>	$4,21 \times 10^{-5}$	$1,88 \times 10^{-5}$
<b>Distenzibilita stěny AAA (<math>pa^{-1}</math>)</b>	$4,91 \times 10^{-6}$	<b><math>1,54 \times 10^{-5}</math></b>	$7,85 \times 10^{-6}$	$8,02 \times 10^{-6}$	$5,60 \times 10^{-6}$	$8,70 \times 10^{-6}$	<b><math>1,06 \times 10^{-5}</math></b>	$3,68 \times 10^{-6}$	<b><math>2,3 \times 10^{-5}</math></b>	<b><math>5,6 \times 10^{-5}</math></b>	$4,17 \times 10^{-6}$	$8,45 \times 10^{-6}$

dající vysokou mortalitou. Na indikačním rozhodnutí ohledně typu terapie se dále podílí zdravotní stav nemocného, jeho únosnost k operaci a samozřejmě jeho rozhodnutí na základě veškerých informací od lékaře.

V běžné klinické praxi jsou však známy případy ruptury AAA menších než 5 cm a na druhé straně AAA mnohem větší (i přes 8 cm) mohou být tzv. „stabilní“. Je tedy zřejmé, že rozměr AAA není jediným rizikovým faktorem. Riziko ruptury jistě zvyšuje například arteriální hypertenze, kouření, přítomnost trombu (ať již v pozitivním, či negativním smyslu) (1–3) a obecně kvalita cévní stěny ovlivněná aterosklerózou. Hodnocení rizika ruptury AAA je velmi obtížné, ale pro osud pacienta zásadní. Pomocí operačního i endovaskulárního přístupu lze případné ruptury AAA předejít, obě metody však mají určitou mortalitu – OR 5,4% a EVAR 2,9% (4). V současné době se k jednomu ze dvou možných způsobů řešení indikují AAA o průměru 6 cm a více. Menší AAA jsou doporučována ke sledování nejčastěji pomocí USG a terapeutický postup je indikován při růstu AAA o více než 5 mm za 6 měsíců a samozřejmě při rozvoji klinických potíží.

UK *small aneurysm trial*, tedy multicentrická studie hodnotící chování malých AAA, která proběhla ve Velké Británii, hodnotila míru rizika ultrasonografického sledování malých AAA, tedy rozměru 4–5,5 cm. Na základě vyšetření 1090 pacientů dospěla k závěru, že nemocní profitují z operace AAA od průměru 5,5 cm (5). Na druhé straně z klinické praxe jsou známy případy ruptur AAA menších rozměrů. Podle některých studií je roční riziko ruptury AAA o rozměrech 3,0 až 4,4 cm na úrovni 2,1% a o rozměru 4,5–5,9 cm až 10,2% (6). Jedná se o relativně vysoká čísla a je tedy otázkou, zda a kdy se i u malých AAA rozhodnout k operačnímu či endovaskulárnímu řešení. V této oblasti probíhá celosvětový výzkum a je snaha najít způsob, pomocí kterého by bylo možné rozlišit AAA malého průměru tzv. stabilní a hrozící rupturu dříve, než dojde k jejich progresi nebo se objeví klinická symptomatologie. Intenzivní výzkum probíhá v možnostech laboratorního stanovení degradačních produktů elastinu, kolagenu a jiných částí matrix stěny aorty (7, 8). Velmi diskutovaným tématem je vliv přítomnosti trombu ve vlastním AAA. Existují práce, které hodnotí přítomnost trombu jako pozitivní stav AAA ve smyslu nižšího rizika ruptury, novější práce však zmiňují spíše proteolytickou vlastnost trombu, která může ovlivnit zeslabení cévní stěny již poškozené procesem aterosklerózy (1–3).

V naší práci jsme se rozhodli posoudit význam stanovení distenzibility stěny AAA a porovnat ji s distenzibilitou zdravé aorty u téhož pacienta. Pokusili jsme se najít určitý vztah mezi distenzibilitou stěny AAA a rychlou progresí rozměru výdutě, a tím i rizikem jeho ruptury. Hodnotili jsme také distenzibilitu volného lumina AAA, a posuzovali tak vliv nástěnného trombu na přenos sil působících na stěnu výdutě.

CTA je v současnosti běžně užívaná metoda pro zobrazení břišní aorty, poskytuje výborné morfologické zobrazení a pomáhá při plánování chirurgické nebo endovaskulární terapie. Akvizice dat s EKG-gatingem byla nejdříve použita pro zobrazení srdce a koronárních tepen, ale je možné ji použít pro zobrazení průchodu pulzové vlny v jakékoliv části kardiovaskulární soustavy. Tato metoda je neinvazivní, rychlá a pohodlná pro pacienta. Existují však dvě limitace.

První je radiační zátěž, která je samozřejmě vyšší při použití EKG gatované akvizice, jsme ale schopni ji významně

snížit použitím dávkové modulační techniky a také přesným plánováním rozsahu vyšetření pouze na oblast aneuryzmatu na základě předchozího nesyndronizovaného vyšetření. Dalšího snížení radiační zátěže můžeme dosáhnout skenováním pouze ve dvou krátkých úsecích, ve kterých následně měříme plochu. To znamená v místě maximální dilatace a v místě s normálním průměrem nad aneuryzmatem. Tento způsob však s sebou nese vyšší zátěž kontrastní látkou. Existují práce, které pro hodnocení dynamických vlastností cévní stěny u AAA využívají duplexní sonografii (9). Tato metoda nepředstavuje žádnou zátěž pro vyšetřovanou osobu, je však zatížena závislostí na vyšetřující osobě omezenou interpretovatelností.

Druhým problémem je způsob měření plochy. Odlišení stěny aorty a její manuální označení je nejen časově náročné, ale také závislé na provádějící osobě. Existují sice některé semiautomatické softwarové nástroje, ale jejich využití je také limitováno, zejména v přítomnosti nástěnné trombózy nebo tenkých klíčků těsně naléhajících na aortu. Vývoj softwaru pro přesnou a technicky jednoduchou identifikaci aortální stěny je naprosto zásadní pro další využití této metody v klinické praxi.

Vyšetřováním distenzibility AAA se již různí autoři věnovali, někdy však dospěli k naprosto odlišným výsledkům. Někteří pozorovali distenzibilitu vyšší u AAA v porovnání se zdravou aortou a uvádějí, že její zvýšení v průběhu sledování AAA souvisí s časnější rupturou (9). Jiné práce naopak směřují k přesně opačným výsledkům, distenzibilita byla signifikantně nižší u AAA ve srovnání se zdravou aortou nad AAA (10). V našem souboru jsme prokázali, že distenzibilita stěny AAA je zcela nezávislá na velikosti vlastní AAA. Naše vlastní výsledky ve smyslu porovnání distenzibility u AAA a zdravé aorty dávají za pravdu autorům německé studie (9). Také v našem souboru byla pozorována distenzibilita AAA signifikantně nižší než u zdravé aorty nad AAA. Podle našeho názoru to souvisí s histologickou stavbou stěny AAA, tedy úbytkem elastických komponent (12). Postižená stěna není tedy zdaleka tak „elastická a poddajná“ pulzové vlně, a tím tedy klesá její distenzibilita.

I přes signifikantní rozdíly v některých konkrétních případech je distenzibilita AAA velmi blízká hodnotám zdravé aorty (nezávisle na velikosti AAA). U čtyř našich pacientů (označení tučně v tabulce 4) se distenzibilita stěny AAA blížila nebo dokonce převýšila (pacient 10) její úroveň u zdravé aorty nad AAA. Dva z těchto čtyř nemocných měli tzv. rychle rostoucí AAA (více než 5 mm za 6 měsíců). Vysvětlení může být, že stěna rychle rostoucího AAA v jednu chvíli definitivně ztratila svoji integritu (ztrátou elastinu i kolagenu) a paradoxně může dojít k zvýšení distenzibility. Průkaz tohoto tvrzení je v klinické praxi velmi obtížný. Nemocné, kteří jsou z hlediska rozměru nebo růstu AAA indikováni k operačnímu řešení, nelze vystavit riziku pouhé dispenzarizace.

Dále jsme se v naší práci zaměřili na stanovení distenzibility vlastního průtočného lumina v místě AAA, přičemž jeho distenzibilita byla signifikantně vyšší než u vlastní stěny. Trombus z tohoto pohledu může fungovat jako určitý nárazník, brzdící účinek pulzové vlny na vlastní stěnu. Z mechanického pohledu může tedy trombus fungovat spíše protektivně ve smyslu rizika ruptury, jiná věc je jeho proteolytické působení. Role trombu v AAA je tedy stále kontroverzní. Samotné měření plochy průřezu volného lumina je v porovnání se stě-



nou mnohem přesnější vzhledem k vysokým denzitním rozdílům kontrastní látky a trombu.

## ZÁVĚR

Na základě výsledků a zkušeností z provedené studie by do budoucna mohla EKG synchronizované CTA přispět v rámci diagnostiky k rozhodování o indikaci resekcí či endovaskulárního výkonu. Větší AAA jsou i nadále indiková-

na k terapii vzhledem k vysokému riziku ruptury (není-li přítomna závažná kontraindikace). U malých AAA je však situace jiná, a pokud by bylo možné objektivně určit malé AAA s vyšším rizikem ruptury, mohlo by dojít k částečné úpravě indikačních kritérií a algoritmu vyšetřování. Dle našeho názoru by takovýmto faktorem mohlo být stanovení distenzibility pomocí CT angiografie s EKG synchronizací. K rozšíření této metody jistě přispěje další redukce radiační zátěže a také vývoj dedikovaného softwaru pro samotné hodnocení distenzibility případně dalších parametrů.

## LITERATURA

1. **Coutard M, Touat Z, Houard X, Leclercq A, Michel JB.** Thrombus versus wall biological activities in experimental aortic aneurysms. *J Vasc Res* 2010; 47(4): 355–366.
2. **Meyer CA, Guivier-Curien C, Moore JE Jr.** Trans-thrombus blood pressure effects in abdominal aortic aneurysms. *J Biomech Engl* 2010; 132(7): 071005.
3. **Carrell TW, Burnand KG, Booth NA, Humphries J, Smith A.** Intraluminal thrombus enhances proteolysis in abdominal aortic aneurysms. *Vascular* 2006; 14(1): 9–16.
4. **Třeška V, Čertík B, Kuntscher V, Šulc R, Moláček J, Houdek K, Šlauf F, Novák M, Třeškoví I, Naršanská A.** Aneurizma abdominální aorty – dlouhodobé výsledky léčby *Rozhl Chir* 2010; 89: 300–305.
5. Mortality results for randomised controlled trial of early elective surgery or ultrasonographic surveillance for small abdominal aortic aneurysms (Study). *Lancet* 1998; 352: 1649–1655.
6. **Scott AR, et al.** Abdominal aortic aneurysm rupture rates: A 7-year follow-up of the entire abdominal aortic aneurysm population detected by screening. *J Vasc Surg* 1998; 28(1): 124–128.
7. **Urbonavicius S, Urbonaviciene G, Honoré B, Henneberg EW, Vorum H, Lindholt JS.** Potential Circulating Biomarkers for Abdominal Aortic Aneurysm Expansion and Rupture – a Systematic Review. *Eur J Vasc Endovasc Surg* 2008; 36(3): 273–280.
8. **Martinez-Pinna R, Lindholt JS, Blanco-Colio LM, Dejouvencel T, Madrigal-Matute J, et al.** Increased levels of thioredoxin in patients with abdominal aortic aneurysms (AAAs). A potential link of oxidative stress with AAA evolution. *Atherosclerosis* 2010; 212(1): 333–338.
9. **Long A, Rouet L, Bissery A, Rossignol P, Mouradian D, Sapova M.** Compliance of abdominal aortic aneurysms evaluated by tissue Doppler imaging: correlation with aneurysm size. *J Vasc Surg* 2005; 42(1): 18–26.
10. **Wilson KA, Lee AJ, Lee AJ, Hoskins PR, Fowkes FG, Ruckley CV, Bradbury AW.** The relationship between aortic wall distensibility and rupture of infrarenal abdominal aortic aneurysm. *J Vasc Surg* 2003; 37(1): 112–117.
11. **Ganten MK, Krautter U, von Tengg-Kobligk H, Böckler D, Schumacher H, Stiller W, Delorme S, Kauczor HU, Kauffmann GW, Bock M.** Quantification of aortic distensibility in abdominal aortic aneurysm using ECG-gated multi-detector computed tomography. *Eur Radiol* 2008; 18(5): 966–973.
12. **Kocová J, Boudová L, Třeška V, Krížkova V, Tonar Z, Moláček J.** Cellular and extracellular elements in the aortic wall including aneurysm and rupture of abdominal aorta. *Plzeňský lék sborn* 2003; 78(Suppl): 115–122.
13. **Speelman L, Schurink GW, Bosboom EM, et al.** The mechanical role of thrombus on the growth rate of an abdominal aortic aneurysm. *J Vasc Surg* 2010; 51: 19–26.