

původní práce

Morfometrie hlavních orgánových tepen břicha prasete domácího – pilotní studie

Morphometry of the main abdominal splanchnic arteries of domestic pig – a pilot study

Lada Eberlová^{1,2}, Hynek Mírka^{2,3}, Václav Liška^{2,4}, Lucie Kepková², Lucie Wiesnerová⁵, Jiří Ferda^{1,3}

¹Ústav anatomie LF UK, Plzeň

²Biomedicínské centrum LF UK, Plzeň

³Klinika zobrazovacích metod LF UK a FN, Plzeň

⁴Chirurgická klinika LF UK a FN, Plzeň

⁵Ústav lékařské chemie a biochemie LF UK a FN, Plzeň

Hlavní stanovisko práce

Břišní tepny a. coeliaca (AC), a. mesenterica cranialis (AMC) i obě renální tepny (AR) odstupují u obou pohlaví prasete domácího (N = 13, hmotnost 28–33 kg), plemeno Přestické černostrakaté, nejčastěji v kaudálně ostrém úhlu. Aorta se zužovala kaudálně, v úseku mezi odstupy AC a AR z 1,1 cm na 0,9 cm (o 19 %). Nejširší větví byla a. mesenterica cranialis (0,7 cm). Průměrné hodnoty průsvitu (P) kořene měřených tepen byly: P (AC) = 0,6 cm, P (AMC) = 0,7 cm, P (ARD, ARS) = 0,5 cm. U samice byla pravá renální tepna širší (p = 0,007). Největší variabilita byla prokázána u úhlu odstupu AC a ARS s variačním koeficientem > 30 a směrodatnou odchylkou > 20.

Major statement

The celiac artery (AC), the cranial mesenteric artery (AMC), and both renal arteries (AR) departed in both sexes of the domestic pig (N = 13, weight 28–33 kg), Přestice black-pied breed, from the abdominal aorta most often in a caudally sharp angle. Aorta narrowed caudally, in the segment between the AC and AR from 1.1 cm to 0.9 cm (by 19%). The largest branch was the cranial mesenteric artery (0.7 cm). The average values of the lumen root diameter (P) of the measured arteries were: P (AC) = 0.6 cm, P (AMC) = 0.7 cm, P (ARD, ARS) = 0.5 cm. In females, the right renal artery was wider (p = 0.007). The greatest variability was proved at the exit angles of the AC and ARS (coefficient of variation > 30, standard deviation > 20).

Přijato: 15. 9. 2022

Korespondenční adresa:

MUDr. Lada Eberlová, Ph.D.
Ústav anatomie LF UK, Plzeň
alej Svobody 76, 301 00 Plzeň
e-mail: lada.eberlova@lfp.cuni.cz

Práce vznikla za finanční podpory MŠMT „Aplikace moderních technologií v medicíně a průmyslu“ (AMTMI, CZ.02.1.01/0.0/0.0/17_048/0007280), projekty Univerzity Karlovy UNCE/MED006 a INTER-COST (LTC19015) „Centrum klinické a experimentální jaterní chirurgie“ a Specifického výzkumu UK č. 260535.

Konflikt zájmů: žádný.

CT skeny byly pořízeny v rámci studie provedené pod kontrolou Ministerstva zemědělství ČR, všechny postupy proběhly v souladu s právním řádem České republiky a legislativou Evropské unie.

SOUHRN

Eberlová L, Mírka H, Liška V, Wiesnerová L, Kepková L, Ferda J. Morfometrie hlavních orgánových tepen břicha prasete domácího – pilotní studie

Cíl: Cílem studie bylo zmapovat morfometrii a variabilitu části břišní aorty a jejích větví – a. coeliaca (AC), a. mesenterica cranialis (AMC) a obou renálních tepen (ARS, ARD).

Metodika: Byly hodnoceny CT skeny 13 zvířat (7 XY, 6 XX) o hmotnosti 28–33 kg, plemeno Přestické černostrakaté. Měření byla prováděna na multiplanárních rekonstrukcích (MPR), tloušťka řezů 0,8 mm. Byl hodnocen průměr (P) aorty (Ao) a tepen AC, AMC a aa. renales v místě odstupu P Ao(X), včetně úhlu jejich odstupu (ÚO).

Výsledky: Aorta se zužovala kaudálně, průměr v odstupu (P Ao (X)) AC a AMC byl 1,1 cm, P Ao(ARD, ARS) = 0,9 cm. Nejširší

SUMMARY

Eberlová L, Mírka H, Liška V, Wiesnerová L, Kepková L, Ferda J. Morphometry of the main abdominal splanchnic arteries of domestic pig – a pilot study

Aim: The aim of the study was to map the morphometry and variability of a part of the abdominal aorta and its branches – the coeliac artery (AC), the cranial mesenteric artery (AMC) and both renal arteries (ARS, ARD).

Methods: CT scans of 13 animals ((7 XY, 6 XX), weigh 28–33 kg, Přestice black-pied breed) were evaluated. Measurements were performed in multiplanar reconstructions (MPR), slice thickness 0.8 mm. The transverse diameter (P) of aorta (Ao), AC, AMC and ARs at the point of separation P Ao(X), the exit angle (ÚO) including, were assessed.

Results: Aorta narrowed caudally, in the segment between the AC and AR from 1.1 cm

větví byla a. mesenterica cranialis. Průměrné hodnoty průřezu kořene měřených tepen byly: P (AC) = 0,6 cm, P (AMC) = 0,7 cm, P (ARD, ARS) = 0,5 cm. Větvě odstupovaly v kaudálně ostrém úhlu ÚO (X): ÚO (AC) = 67,9°, ÚO (AMC) = 75,8°, ÚO (ARD) = 64,4°, ÚO (ARS) = 72,2°. Středně silnou variabilitu úhlu odstupu jsme prokázali u úhlů odstupu AC a ARS (koeficient variace > 30, směrodatná odchylka > 20°). Sedmdesát procent renálních tepen (N = 9) odstupovalo stranově asymetricky v rozmezí L2–3. U samic byla pravá renální tepna širší (p = 0,007).

Závěr: Naše výsledky mapují část tepen břicha u obou pohlaví prasete domácího (plemeno Přestické černostrakaté, N = 13, hmotnost 28–33 kg). Předpokládáme jejich využití při plánování preklinických studií, pro zdokonalování chirurgického výcviku na prasečích modelech v oblasti cévní chirurgie i zobrazovacích metod.

Klíčová slova: prase domácí, anatomie, břišní aorta, morfometrie tepen, arteria coeliaca, arteria mesenterica cranialis, arteriae renales.

to 0.9 cm. The largest branch was the cranial mesenteric artery. The average values of the branches root lumen diameter P (X) were: P (AC) = 0.6 cm, P (AMC) = 0.7 cm, P (ARD, ARS) = 0.5 cm. The branches departed in a caudally sharp angle: ÚO (AC) = 67.9°, ÚO (AMC) = 75.8°, ÚO (ARD) = 64.4°, ÚO (ARS) = 72.2°. Moderately strong variability of the exit angle of the AC, and the ARS was demonstrated (coefficient of variation > 30, standard deviation > 20°). 70% of the renal arteries (N = 9) showed right-left asymmetry and exited between L2–3. In females, the right renal artery was wider (p = 0.007).

Conclusions: Our results map a part of the abdominal arteries of the domestic pig, the Přestické black-pied breed (N = 13, both sexes, weigh 28–33 kg). We anticipate their use for the preclinical studies designing, the surgical and imaging methods training in the field of vascular surgery.

Key words: domestic pig, anatomy, abdominal aorta, arterial morphometry, coeliac artery, cranial mesenteric artery, renal arteries.

ÚVOD

Prase domácí (PD) je nejčastěji používaným velkým zvířecím modelem pro testování nových diagnostických a terapeutických metod. Ve výzkumu cév prasete domácího s použitím CT angiografie bylo zatím publikováno jen několik studií (1, 2). Kardiovaskulární výzkum na prasatech pokrývá široké spektrum témat od intervenčních metod, testování materiálů, transplantačních technik, až po zkoumání regulačních faktorů a molekulárních drah (3). Endovaskulární přístupy jsou klíčovou metodikou diagnostiky nebo léčby oscilující mezi chirurgií a intervenční radiologií. Jejich zdokonalování spojené s rozvojem technologií zvyšuje potřebu kvalitních zvířecích modelů a s nimi i nároky na znalost inter-/individuálních i mezidruhových anatomických rozdílů. Ačkoliv je prase domácí používáno už celá desetiletí v mnoha oblastech biomedicínského výzkumu, v poznání jeho anatomie nebo fyziologie zůstává mnoho neobjasněného. Tyto nedostatky mohou mít vliv na efektivitu testování – znalost anatomických rozdílů ve vztahu k plemenu, pohlaví nebo stáří zvířat umožňuje optimalizaci plánování i přesnější hodnocení experimentu (4–9). V návaznosti na potřeby výzkumu probíhajícího v Biomedicínském centru Lékařské fakulty v Plzni je naším

cílem zmapovat cévní strom PD včetně posouzení jeho variability ve vztahu k pohlaví, hmotnosti a plemenu – na našem pracovišti používáme prase Přestické černostrakaté (10). Studie navazuje na naše předchozí publikace: obecné rozdíly v terminologii i anatomii vybraných orgánových systémů prasete a člověka shrnuje práce Eberlová (11), přehled tepen hlavy a krku PD shrnuje sdělení Eberlová a kol. (12).

Při popisu struktur vycházíme z mezinárodně uznávané veterinární terminologie Nomina anatomica veterina (13).

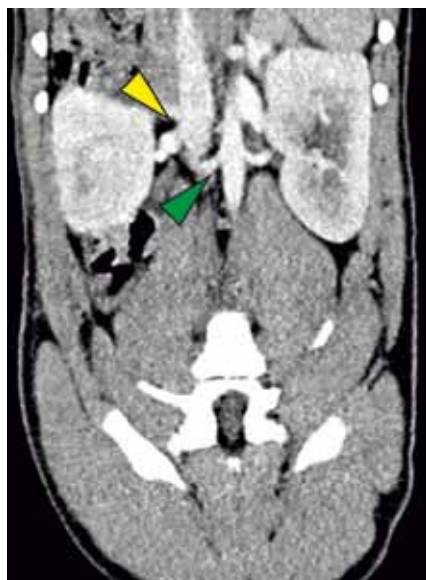
METODIKA

Byly hodnoceny CT skeny 13 prasat (sedm samců a šest samic, hmotnost 28–33 kg, plemeno Přestické černostrakaté). CT vyšetření bylo prováděno zdravým zvířatům před implantací žilního štěpu (13). Měření byla prováděna na multiplanárních rekonstrukcích (MPR), tloušťka řezů 0,8 mm (obr. 1, 2A). Průměr a. coeliaca (AC) a a. mesenterica cranialis (AMC) byl měřen v sagitální rovině, průměr renálních tepen (ARD, ARS) byl hodnocen v koronární rovině (obr. 1). Měření průměru větví aorty byla prováděna v místě jejich odstupu, průměr aorty byl měřen nad kořenem hodnocené větve (obr. 2A). V případě asymetrického odstupu

1a



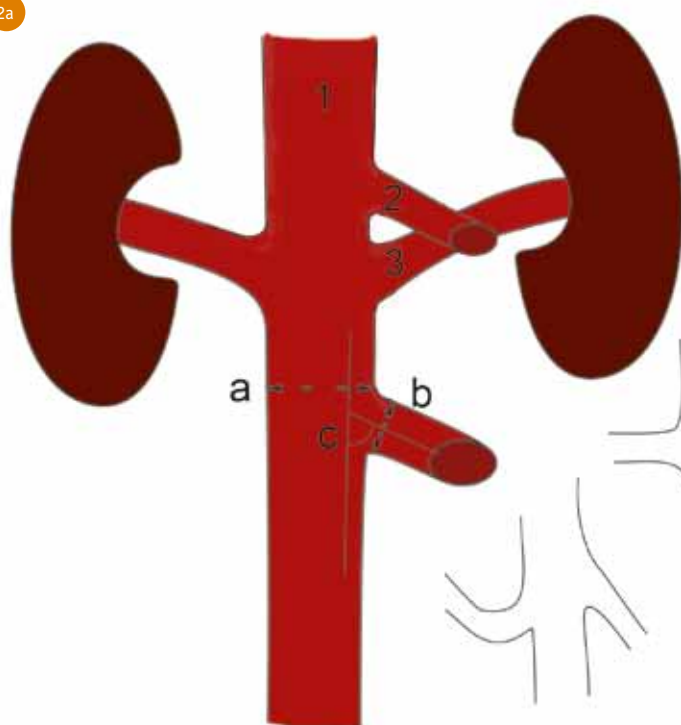
1b



1 CT angiografie trupu prasete domácího, plemeno Přestické černostrakaté; multiplanární rekonstrukce (MPR) v koronální rovině: (a) zelená šipka – odstup a. renalis dextra (ARD) nad a. renalis sinistra, vyšší uložení pravé ledviny; (b) zelená šipka – odstup a. renalis dextra, žlutá šipka – v. renalis dextra

CT angiography, trunk of the domestic pig, Prestice black-pied breed; multiplanar reconstruction (MPR), coronal plane: (a) green arrow head – right renal artery (ARD) arising above the left counterpart (ARS), higher position of the ARD; (b) green arrow head – ARD, yellow arrow head – right renal vein

2a



2b



2c



2 Přehled morfometrických měření břišní aorty a jejích větví u prasete domácího, plemeno Přestické černostrakaté (a); příklady variety odstupu renálních tepen, pohled zepředu (b); (c) odstup a. coeliaca (AC) a a. mesenterica cranialis (AMC) z břišní aorty, pohled zprava (viz také obr. 3b) 1 – aorta abdominalis, 2 – AMC, 3 – a. renalis sinistra; a – měření průměru aorty nad odstupem větve, b – měření průměru větve, c – měření úhlu odstupu

Morphometric measurements of the abdominal aorta and its branches; domestic pig, Prestice black-pied breed (a); examples of renal arteries variety, frontal view (b); (c) exit of the coeliac artery (AC) and the cranial mesenteric artery (AMC) from the abdominal aorta, lateral view (see also Fig. 3b)

1 – abdominal aorta, 2 – AMC, 3 – left renal a.; a – measuring of the aortic diameter above the branch exit, b – measuring of the branch diameter, c – angle of exit

Tab. 1. Statistická analýza naměřených hodnot

Table 1. Statistical analysis of the measured parameters

Proměnná/Parameter	N	Průměr/Average	Medián/Median	Směrodatná odchylka/ Standard deviation (SD)	Variační koeficient (%) / Coefficient of variation (CV)
P AC	13	0,6 cm	0,6 cm	0,1 cm	13,8
P Ao (AC)	13	1,1 cm	1,07 cm	0,1 cm	11,9
ÚO AC	13	67,9°	65,0°	25,6°	37,8
P AMC	13	0,7 cm	0,69 cm	0,1 cm	13,8
P Ao (AMC)	13	1,1 cm	1,03 cm	0,1 cm	9,5
ÚO AMC	13	75,8°	76,0°	10,7°	14,1
P ARD	13	0,5 cm	0,49 cm	0,1 cm	22,2
P Ao (ARD)	13	0,9 cm	0,93 cm	0,2 cm	18,4
ÚO ARD	12	64,4°	60,5°	14,5°	22,6
P ARS	13	0,5 cm	0,5 cm	0,1 cm	14,5
P Ao (ARS)	13	0,9 cm	0,93 cm	0,1 cm	12,1
ÚO ARS	13	72,2°	70,0°	22,9°	31,7
hmotnost (Weigh) v kg	13	31,7	30,7	3,4	10,7

P – průměr/diameter, ÚO – úhel odstupu/angle, AC – a. coeliaca, AMC – a. mesenterica cranialis, Ao – aorta, ARD – a. renalis dextra, ARS – a. renalis sinistra
 jako vysoce variabilní hodnotíme parametry s SD > 20

renálních tepen (obr. 1A, 2B) byl průměr aorty měřen nad odstupem kraniálnějším z tepen. Úhel odstupu byl odečítán z rekonstrukcí v podélné ose aorty a její větve v místě odstupu (obr. 2A).

Statistická analýza byla provedena pomocí softwaru STATISTICA 98 (Statsoft, USA). Pro jednotlivá měření jsme určovali průměr, medián, rozptyl,

směrodatnou odchylku (SD) a variační koeficient (CV) (tab. 1). Pro testování normality dat byl použit Šapírov-Wilkův test, srovnání výsledků měření v závislosti na pohlaví bylo prováděno ANOVA testem. Vzájemná závislost měřených parametrů byla hodnocena výpočtem Spearmanova korelačního koeficientu R při $p \leq 0,05$.

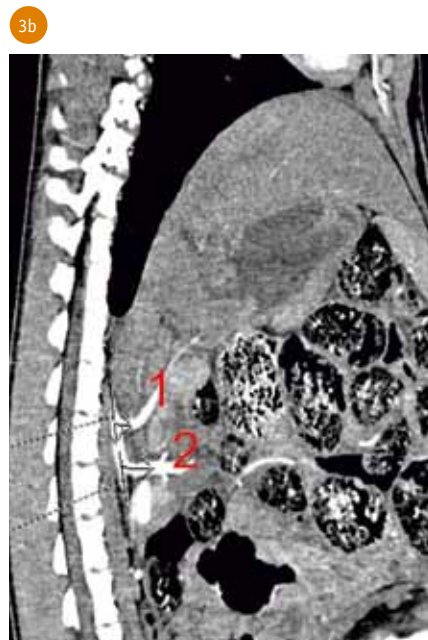
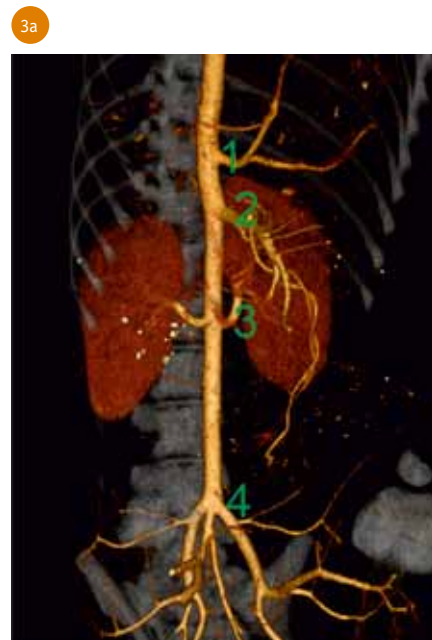
VÝSLEDKY

Přehled výsledků ukazují tabulky 1, 2 a obrázek 4. Průměrné hodnoty šířky větví v místě odstupu (P) byly: P (AC) = 0,6 cm, P (AMC) = 0,7 cm, P (ARD) = 0,5 cm, P (ARS) = 0,5 cm. Průměr aorty v místě odstupu měřených větví se distálně zmenšoval: Ao(AC) = 1,1 cm, Ao(AMC) = 1,1 cm, P Ao(ARS, ARD) = 0,9 cm. Větvě odstupovaly v kaudálně ostrém úhlu: ÚO (AC) = 67,9°, ÚO (AMC) = 75,8°, ÚO (ARD) = 64,4°, ÚO (ARS) = 72,2°. Nejvariabilnější byly odstupy AC a ARS s variačním koeficientem > 30 a směrodatnou odchylkou > 20 (viz tab. 1).

Analýza dat prokázala ve všech parametrech normální, Gaussovské rozložení naměřených hodnot.

Sedmdesát procent renálních tepen (N = 9) odstupovalo stranově asymetricky v rozmezí L2–3 (obr. 1A, 2B, 3), u dvou zvířat jsme zachytili jednostrannou akcesorní renální tepnu běžící pod a. renalis k dolnímu pólu ledviny. Pravá renální tepna samic byla širší než u samců ($p = 0,007$), jiné statisticky významné pohlavní rozdíly v námi hodnocených parametrech zjištěny nebyly.

Prokázali jsme středně silné korelace ($R > 0,5$) mezi úhlem odstupu AC, jejím průměrem a hmotností zvířete. Úhly odstupu AMC a a. renalis dextra korelovaly negativně ($R = -0,67$). Velmi silná korelace ($R = 0,98$) byla mezi průsvitem pravé a levé renální tepny (viz tab. 4).



3 CT angiografie trupu prasete domácího, plemeno Přestické černostrakaté: (a) volume rendering technique (VRT), šikmá projekce; (b) multiplanární rekonstrukce (MPR) v sagitální rovině

1 – a. coeliaca, 2 – a. mesenterica cranialis, 3 – a. renalis sinistra, 4 – trifurkace aorty

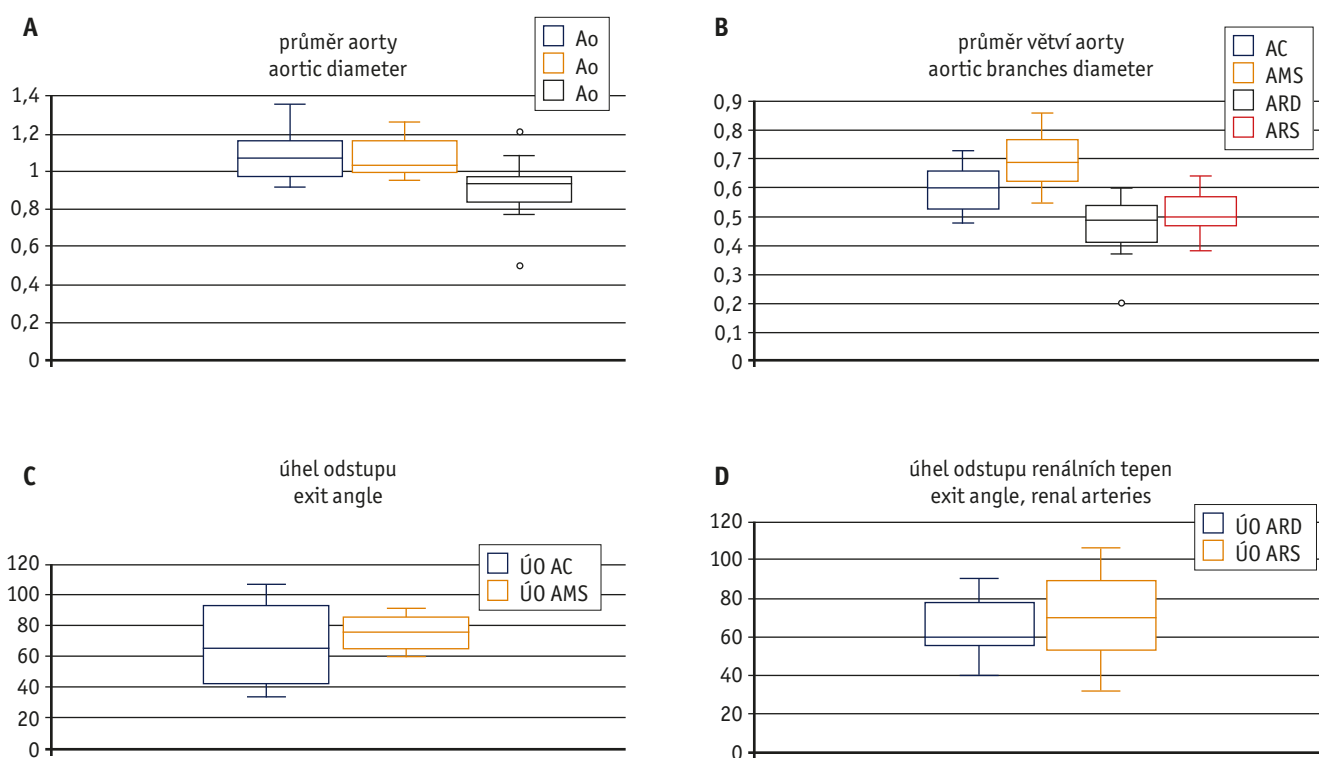
CT angiography, trunk of the domestic pig, Prestice black-pied breed: (a) volume rendering technique (VRT) in oblique projection; (b) multiplanar reconstruction (MPD) in sagittal plane
 1 – coeliac a., 2 – cranial mesenteric a., 3 – left renal a., 4 – aortic trifurcation

Tab. 2. Přehled průměrů břišní aorty prasete, jejích větví a úhlů odstupů (viz také obr. 2)

Table 2. Diameters of the porcine abdominal aorta, its branches, and angles (see also Fig. 2)

Pohlaví/Sex	Hmotnost/	A. coeliaca (AC)			A. mesenterica cranialis (AMC)			A. renalis dextra (ARD)			A. renalis sinistra (ARS)		
		p	průměr	ú	P AMC	průměr aorty	ÚO	P ARD	průměr	ÚO	P ARS	průměr	ÚO
XY	28,4	0,73	1,16	95	0,55	1,0	85	0,4	0,95	75	0,48	0,95	70
XY	32,2	0,71	1,16	107	0,65	1,18	88	0,2	0,98	57	0,51	0,98	51
XY	32,7	0,61	1,16	87	0,82	1,07	79	0,48	0,89	62	0,5	0,89	89
XY	30,7	0,48	1,07	44	0,6	1,03	82	0,49	0,8	40	0,64	0,8	89
XY	30,5	0,68	0,96	58	0,72	1,0	62	0,42	0,77	60	0,56	0,77	41
XY	33,0	0,64	1,06	92	0,55	0,95	60	0,37	0,49	64	0,49	0,87	87
XY	29,4	0,48	0,92	49	0,86	1,04	62	0,44	1,08	81	0,43	1,08	32
XX	38,5	0,63	0,97	65	0,68	0,98	87	0,6	1,2	54	0,58	1,2	56
XX	37,9	0,6	1,35	100	0,7	1,26	75	0,55	0,96	90	0,63	0,96	79
XX	30,4	0,56	0,91	34	0,72	1,0	91	0,5	0,87	51	0,46	0,87	66
XX	31,4	0,55	1,04	69	0,81	0,98	67	0,56	0,93	81	0,38	0,93	103
XX	26,7	0,5	1,22	41	0,68	1,22	76	0,53	0,93	59	0,53	0,93	70
XX	29,8	0,59	1,16	41	0,69	1,13	71	0,5	0,89	59	0,49	0,89	106

P – průměr/diameter (v cm), ÚO – úhel odstupů/angle (ve °), AC – a. coeliaca, AMC – a. mesenterica cranialis, ARD – a. renalis dextra, ARS – a. renalis sinistra



Graf 1. Přehled výsledků měření v krabicových grafech: (A, B) průměr tepen (P) v cm; (C, D) úhly odstupů (ÚO) ve stupních. Každý obdélník je v ose y vymezen středními 50 % dat (tj. 2. a 3. kvartilem), medián je v boxu označen vodorovnou čarou. Čáry nad a pod každým rámečkem spolu s jednotlivými body ukazují rozsah okrajových hodnot.

Ao – aorta, AC – a. coeliaca, AMC – a. mesenterica cranialis, ARD – a. renalis dextra, ARS – a. renalis sinistra, ÚO – úhly odstupů

Graph 1. Measurement results review in box plots: (A, B) diameter (P) in cm; (C, D) exit angle (ÚO) in degrees. Each box encloses the middle 50% of data (from the first to the third quartile), the median is marked by the horizontal line. The lines and individual points above and below the frame show the range of extreme values.

Ao – aorta, AC – coeliac a., AMC – cranial mesenteric a., ARD – right renal a., ARS – left renal a., ÚO – exit angle

Tab. 3. Porovnání výsledků studií

Table 3. Study results comparison

Proměnná/Parameter	Góes et al., 2021	Edwards et al., 2021	Naše výsledky
P aorta abdominalis pod bránicí	1,3 cm		1,1 cm
P aorta abdominalis v úrovni aa. renales	1,0 cm	0,8–1,0	0,9 cm
P a. coeliaca	0,6 cm		0,6 cm
P a. mesenterica cranialis	0,7 cm		0,7 cm
P a. renalis dextra	0,4 cm		0,5 cm
P a. renalis sinistra	0,5 cm		0,5 cm
ÚO a. coeliaca	–		67,9
ÚO a. mesenterica cranialis	74,8		75,7
ÚO a. renalis sinistra	93,8		72,2
ÚO	96,8		62,4

P – průměr/diameter, ÚO – úhel odstupu/exit angle

DISKUZE

Ačkoliv je prasečí aorta v současnosti nejlépe popsaným a nejvhodnějším modelem lidské aorty (4–8, 10, 11, 13–15), data publikovaná o její anatomii a morfometrii jsou nedostatečná a nejednotná (1, 2). Dosud publikované studie jsou založené na hodnocení malých kohort bez diferenciací pohlaví nebo hodnocení variability (Goes et al. N = 3, Edwards et al. N = 6). Jak ukazují i naše výsledky (viz tab. 1, 2), na rozdíl od člověka se prasečí aorta distálně zužuje (obr. 3A, 4A). Také studie autorů Góes et al. (2) prokázala významné zužování aorty distálně – z 2,5 cm v ascendentní části po 1 cm nad terminální trifurkací. Průměr hrudní aorty u prasat plemene Yorkshire nebo Landrace s hmotností nad 40 kg byl sice > 1,6 cm, což umožňuje použití standardních lidských stentů, avšak hrudní aorta je u prasete

torakotomicky obtížně přístupná. Proto se v experimentech jako náhrada obvykle používá aorta břišní. Naše měření ukazují na zúžení aorty mezi odstupem AC a aa. renales o 19 % – z 1,1 cm na 0,9 cm (viz tab. 1). Předchozí kvantitativní histologické studie mapující mikroskopickou stavbu různých oddílů cévního stromu PD prokázaly významné rozdíly také ve stavbě různých částí aorty prasete i člověka (4–7). U prasete byl nejvyšší podíl elastického vaziva prokázán v hrudní aortě, zatímco u člověka ve stejné oblasti převažovaly markery hladké svaloviny. V břišní aortě člověka bylo prokázáno poměrově vyšší zastoupení kolagenu (16).

Hrudní aorta PD navazuje na plochý arcus aortae v úrovni T5–6 (11, 12, 17), descendentní aorta běží téměř mediálně (obr. 1). Břišní aorta končí trifurkací na a. iliaca externa dextra, a. iliaca externa sinistra a a. iliaca

interna communis v úrovni L4 (obr. 3A). Jako nejširší větev prasečí aorty byla ve studiích vyhodnocena a. mesenterica cranialis (1, 2), což potvrzují i naše výsledky (viz tab. 1, graf 1). Ačkoliv všechny hodnocené tepny odstupovaly v úhlu kaudálně ostrém, prokázali jsme vysokou biologickou variabilitu ($SD > 20$) úhlu odstupu a. coeliaca a levé a. renalis (tab. 1). Ve srovnání se studiemi (1, 2), kde měly renální tepny rovný průběh a odstupovaly v téměř pravém úhlu (tab. 3), byla v naší kohortě průměrná hodnota úhlu odstupu ARS $72,2^\circ$, ARD $64,2^\circ$. Výška odstupu i další průběh renálních tepen byly značně variabilní (obr. 1), většina odstupovala stranově asymetricky (viz obr. 1A, 2B) a jejich průběh byl kraniálně konkávní (obr. 1, 3A). Pravé renální tepny samic byly širší ($p = 0,007$), jiné pohlavní rozdíly v hodnocených parametrech prokázány nebyly.

Pozitivní, středně silné korelace mezi hmotností zvířete, šířkou AC a úhlem jejího odstupu (tab. 4) mohou být způsobeny změnou anatomických poměrů při růstu zvířete. S ohledem na podobnou velikost obou ledvin nepřekvapuje ani velmi silná pozitivní korelace průměrů obou renálních tepen. Středně silnou negativní korelaci mezi průměrem ARD a AMC s ohledem na průběh obou tepen hodnotíme jako náhodnou (tab. 4).

ZÁVĚR

Testování na zvířatech je nezbytnou součástí preklinické fáze výzkumu.

Tab. 4. Spearmanovy korelace hodnocených parametrů při hladině významnosti $p \leq 0,05$ Table 4. Spearman correlations of evaluated parameters at the level of significance $p \leq 0.05$

	Hmotnost/ Weigh (kg)	P AC	P Ao (AC)	ÚO AC	P AMC	P Ao (AMC)	ÚO AMC	P ARD	P Ao (ARD)	ÚO ARD	P ARS	P Ao (ARS)	ÚO ARS
Hmotnost/ Weigh (kg)	1,00	0,29	0,03	0,54	–	–	0,036	0,17	0,07	0,018	0,39	0,14	0,13
P AC	0,29	1,00	0,16	0,66	–	–	0,16	–	0,02	0,08	0,09	0,07	–
P Ao (AC)	0,03	0,16	1,00	0,40	–	0,68	0,09	0,03	0,16	0,24	0,39	0,18	0,42
ÚO AC	0,54	0,66	0,40	1,00	–	0,02	–	–	0,31	0,48	0,11	0,39	–
P AMC	–	–	–	–	1,00	0,14	–	0,32	0,13	0,32	–	0,06	–
P Ao (AMC)	–	–	0,68	0,02	0,14	1,00	0,16	0,04	0,29	0,10	0,34	0,23	0,00
ÚO AMC	0,04	0,16	0,09	–	–	0,16	1,00	0,11	0,31	–	0,19	0,23	–
P ARD	0,17	–	0,03	–	0,32	0,039	0,11	1,00	0,27	0,00	0,14	0,22	0,30
P Ao (ARD)	0,07	0,02	0,16	0,31	0,13	0,29	0,31	0,27	1,00	0,29	–	1,00	–
ÚO ARD	0,02	0,08	0,24	0,48	0,32	0,10	–	0,00	0,29	1,00	–	0,40	0,10
P ARS	0,39	0,09	0,39	0,11	–	0,34	0,19	0,14	–	–	1,00	–	–
P Ao (ARS)	0,14	0,07	0,18	0,39	0,06	0,23	0,23	0,22	0,98	0,36	–	1,00	–
ÚO ARS	0,13	–	0,42	–	–	0,00	–	0,30	–	0,10	–	–	1,00

P – průměr/diameter, ÚO – úhel odstupu/exit angle; AC – a. coeliaca, AMC – a. mesenterica cranialis, ARD – a. renalis dextra, ARS – a. renalis sinistra, Ao – aorta

Perkutánní přístup a miniinvasivní metody vyžadují znalost geometrie velkých cév a úhlů jejich odstupu. Studie předkládá hodnocení výsledků morfometrických měření části břišní aorty a jejích větví – a. coeliaca, a. mesenterica cranialis a obou aa. renales z CT skenů prasete domácího, plemene prase přeštické černostrakaté. Výsledky zpřesňují dosavadní poznatky o anatomii, geometrii i variabilitě těchto tepen

u nejčastěji používaného velkého zvířecího modelu. Věříme, že naše poznatky přispějí k optimalizaci při plánování i hodnocení experimentů, ale také při zavádění nových terapeutických nebo diagnostických technik. V neposlední řadě data získaná z CT skenů spolu s výsledky cílených histomorfometrických studií představují jedinečný zdroj dat např. pro zkvalitnění komerční výroby tkáňových náhrad, tzv. bioprintingu. ●

Přehled zkratk a pojmů

AC	a. coeliaca
AMC	a. mesenterica cranialis
Ao	arcus aortae
ARD	a. renalis dextra
ARS	a. renalis sinistra
CV	variační koeficient
MPR	multiplanární rekonstrukce
P	průměr
PD	prase domácí
SD	směrodatná odchylka
VRT	volume rendering technique

LITERATURA

1. Edwards J, Abdou H, Patel N, et al. The functional vascular anatomy of the swine for research. *Vascular* 2021; 1708538121996500.
2. Góes AM de O, Chaves RH de F, Furlaneto IP, et al. Comparative angiotomographic study of swine vascular anatomy: contributions to research and training models in vascular and endovascular surgery. *J Vasc Bras* 2021; 20: e20200086.
3. Tsang HG, Rashdan NA, Whitelaw CBA, et al. Large animal models of cardiovascular disease: Cardiovascular Disease Models. *Cell Biochem Funct* 2016; 34(3): 113–132.
4. Tonar Z, Kubíková T, Prior C, et al. Segmental and age differences in the elastin network, collagen, and smooth muscle phenotype in the tunica media of the porcine aorta. *Ann Anat Anat Anz Off Organ Anat Ges* 2015; 201: 79–90.
5. Tomášek P, Tonar Z, Grajciarová M, et al. Histological mapping of porcine carotid arteries – An animal model for the assessment of artificial conduits suitable for coronary bypass grafting in humans. *Ann Anat Anat Anz Off Organ Anat Ges* 2020; 228: 151434.
6. Tonar Z, Kochova P, Cimrman R, et al. Segmental differences in the orientation of smooth muscle cells in the tunica media of porcine aortae. *Biomech Model Mechanobiol* 2015; 14(2): 315–332.
7. Witter K, Tonar Z, Matejka VM, et al. Tissue reaction to three different types of tissue glues in an experimental aorta dissection model: a quantitative approach. *Histochem Cell Biol* 2010; 133(2): 241–259.
8. Nedorost L, Uemura H, Furck A, et al. Vascular histopathologic reaction to pulmonary artery banding in an in vivo growing porcine model. *Pediatr Cardiol* 2013; 34(7): 1652–1660.
9. Moláček J, Treska V, Kobr J, Certík B, Skalický T, Kuntscher V, et al. Optimization of the model of abdominal aortic aneurysm – experiment in an animal model. *J Vasc Res* 2009; 46(1): 1–5.
10. Vrtková I. Genetic admixture analysis in Prestice Black-Pied pigs. *Arch Anim Breed* 2015; 58(1): 115–121.
11. Eberlová L. Morfologie cév prasete domácího jako zvířecího modelu v experimentální chirurgii. Habilitační práce. Plzeň: LF UK 2022.
12. Eberlová L, Mírka H, Liška V. Tepny hlavy a krku prasete domácího z pohledu zobrazovacích metod a experimentální chirurgie. *Rozhl Chir* 2022; přijato k tisku.
13. Nomina anatomica veterinaria, 6. vydání, 2017. <https://www.wava-amav.org/wava-documents.html>
14. Martufi G, Gasser TC, Appoo JJ, et al. Mechano-biology in the thoracic aortic aneurysm: a review and case study. *Biomech Model Mechanobiol* 2014; 13(5): 917–928.
15. Houdek K, Moláček J, Třeška V, et al. Pharmacological influencing of abdominal aortic aneurysm model – animal experimental study, primary results. *Rozhl Chir* 2012; 91(9): 475–480.
16. Eberlová L, Tonar Z, Witter K, et al. Asymptomatic abdominal aortic aneurysms show histological signs of progression: a quantitative histochemical analysis. *Pathobiol* 2013; 80: 11–23.
17. Popesko P. Anatomia hospodarskych zvierat. Bratislava: Príroda 1992; 239–425.