



UNIVERZA V MARIBORU  
MEDICINSKA FAKULTETA

Doktorska disertacija

**Anatomske posebnosti in klinični pomen zadnjih medrebrnih arterij  
(*aa. intercostales posteriores*)**

Januar, 2013

LIDIJA KOCBEK



UNIVERZA V MARIBORU  
MEDICINSKA FAKULTETA

Doktorska disertacija

**Anatomske posebnosti in klinični pomen zadnjih medrebrnih arterij  
(*aa. intercostales posteriores*)**

Januar, 2013

LIDIJA KOCBEK  
Mentor: prof. dr. Božena Pejković

## KAZALO

POVZETEK	V
ABSTRACT	VII
KRAJŠAVE	IX
1 UVOD	1
1.1 Anatomija in topografija zadnjih medrebrnih arterij	1
1.2 Embriologija zadnjih medrebrnih arterij	4
1.3 Anatomske posebnosti zadnjih medrebrnih arterij	6
1.3.1 Anatomske posebnosti izvora zadnjih medrebrnih arterij	6
1.3.2 Anatomske posebnosti poteka zadnjih medrebrnih arterij.....	8
1.4 Klinični pomen zadnjih medrebrnih arterij.....	9
2 NAMEN DELA IN HIPOTEZE.....	13
3 MATERIALI IN METODE.....	15
3.1 Vzorec merjencev.....	15
3.2 Protokol raziskave.....	15
3.3 Fiksacija materiala.....	16
3.4 Anatomska disekcija.....	16
3.5 Meritve zadnjih medrebrnih arterij.....	17
3.6 Statistično ovrednotenje podatkov.....	17
4 REZULTATI.....	18
4.1 Izvor zadnjih medrebrnih arterij.....	18
4.2 Izvor in potek prsne vertebralne arterije.....	23
4.3 Skupna debela zadnjih medrebrnih arterij iz prsne aorte.....	26
4.4 Različne oblike anatomske posebnosti izvora in poteka zadnjih medrebrnih arterij pri istem osebk.....	34
4.5 Rezultati ostalih meritev zadnjih medrebrnih arterij.....	36
4.5.1 Koti zadnjih medrebrnih arterij na izvoru iz prsne aorte.....	36
4.5.2 Premeri zadnjih medrebrnih arterij na izvoru iz prsne aorte, po odcepitvi od skupnega debela in v nivoju rebrnega kota ter količniki med premeri.....	40
4.5.3 Dolžine medrebrnih arterij od izvora iz prsne aorte do nivoja rebrnega kota.....	45

4.5.4 Širine medrebrnih prostorov.....	46
4.6 Kolateralne veje zadnjih medrebrnih arterij in njihove anastomoze.....	48
4.7 Izvor desne bronhialne arterije.....	55
5 RAZPRAVA.....	58
6 ZAKLJUČKI.....	65
7 LITERATURA.....	67
8 ČLANEK KOT DEL DOKTORSKE DISERTACIJE.....	73
9 PRILOGE.....	79
Zahvala.....	79
Življenjepis.....	80
Osebna bibliografija za obdobje 2011-2012.....	83
Izjava o izvirnosti dela.....	84

## KAZALO SLIK IN TABEL

- Slika 1: Izvor AIP I. - III. iz AS in AT ter razlike med levo in desno stranjo
- Slika 2: Oblika izvora AIP I. - III. iz AS (samostojen, skupno deblo dveh ali treh arterij) in primerjava glede na levo in desno stran
- Slika 3: Primerjava variabilnosti izvora AIP I. - III. po segmentih
- Slika 4: Sheme najdenih AVT
- Slika 5: AVT
- Slika 6: Primerjava števila in poteka skupnih debel AIP iz AT glede na levo in desno stran
- Slika 7: Skupno deblo treh sosednjih AIP iz AT
- Slika 8: Število skupnih debel AIP pri istem osebkju ne glede na stran
- Slika 9: Štiri multipla skupna debela in bilateralno simetričen dorzalni potek AIP II. pri istem osebkju
- Slika 10: Odnosi med številom skupnih debel na levi in desni strani pri istem osebkju
- Slika 11: Multipla skupna debela zaporednih AIP iz AT na levi strani
- Slika 12: Prisotnost dorzalnega poteka in multiplih skupnih debel AIP pri istem osebkju
- Slika 13: Koti samostojnih AIP na izvoru iz AT
- Slika 14: Koti skupnih debel iz dveh AIP na izvoru iz AT
- Slika 15: Koti skupnih debel iz treh AIP na izvoru iz AT
- Slika 16: Kolateralne medrebrne veje AIP
- Slika 17: Delež kolateralnih medrebrnih vej AIP I. - XI. glede na dolžino od izvora iz AT na levi in desni strani
- Slika 18: Izvori desnih AB glede na obliko izvorov AIP iz AT
- Slika 19: Izvori desnih AB

- Tabela 1: Premeri in količniki samostojnih AIP I. - XI. na izvoru iz AT in v nivoju AC
- Tabela 2: Premeri skupnih debel iz dveh sosednjih AIP na izvoru iz AT in njihovih vej po odcepitvi od skupnega debla in v nivoju AC
- Tabela 3: Količniki med premeri skupnih debel dveh sosednjih AIP na izvoru iz AT in njihovih vej po odcepitvi od skupnega debla in v nivoju AC
- Tabela 4: Premeri skupnih debel iz treh sosednjih AIP na izvoru iz AT in njihovih vej po odcepitvi od skupnega debla in v nivoju AC
- Tabela 5: Količniki med premerom skupnega debla iz treh sosednjih AIP na izvoru iz AT in njegovih vej po odcepitvi od skupnega debla in v nivoju AC
- Tabela 6: Dolžina AIP I. - XI. od izvora iz AT do AC
- Tabela 7: Širina SIC I. - XI. v nivoju AC in LAP
- Tabela 8: Število in delež kolateralnih vej AIP I. - XI. glede na segment 1 in 2
- Tabela 9: Število in delež kolateralnih vej AIP I. - XI. glede na levo in desno stran
- Tabela 10: Število in delež anastomoz kolateralnih medrebrnih vej AIP I. - XI. glede na levo in desno stran

# ANATOMSKE POSEBNOSTI IN KLINIČNI POMEN ZADNJIH MEDREBRNIH ARTERIJ (*aa. intercostales posteriores*)

## Povzetek

Anatomske posebnosti izvora, poteka, vej in medsebojnih anastomoz enajstih parov zadnjih medrebrnih arterij (AIP) imajo velik praktični pomen na različnih področjih medicine, od diagnostičnih metod do kirurgije, zaradi obsežne direktne ali indirektno preskrbe medrebrnih prostorov (SIC), mišic, hrbtenjače, kože in mlečne žleze.

Z anatomsko disekcijo smo pri 43 človeških kadavrih fiksiranih s Thielovo metodo, ki so imeli z rdečo barvo injicirane arterije, določili nove anatomske posebnosti izvora, poteka in vej AIP. Ugotoviti smo želeli povezavo med pojavom novih anatomskih posebnosti, njihovimi frekvencami in razlikami med levimi in desnimi AIP v populaciji in pri posamezniku ter kliničnim pomenom le-teh.

Rezultati raziskave so pokazali, da obstajajo nove posebnosti izvora, poteka in vej AIP. V raziskavi so bile glede na izvor iz podključnične arterije (AS) in prsne aorte (AT) najbolj variabilne AIP I. - III., njihovi izvori pri posamezniku pa so bili največkrat bilateralno simetrični. Dorzalno za rebri potekajočo AIP, ki jo imenujemo prsna vertebralna arterija (AVT), smo našli pri AIP IV. in AIP V., posamezen osebek pa je imel lahko več AVT. Posebnosti poteka AIP so pomembne pri določitvi in prepoznavi arterij v diagnostične namene, ker se lahko njihovo najdbo zaradi nenormalnega poteka narobe interpretira, obenem pa so posebnosti poteka pomembne pri patoloških stanjih, ki zahtevajo kirurško oskrbo, kot so ateroskleroza, elongacija aorte, fraktura hrbtenice in reber. Od vseh najdenih variacij smo v raziskavi največkrat našli skupna debla, ki so jih sosednje AIP oblikovale na izvoru iz AT, med katerimi je bil pogost pojav multiplih skupnih debel. Na račun multiplih skupnih debel se zmanjša število segmentalnih aortnih AIP, ki oddajo veje za preskrbo hrbtenjače, s čimer se potencialno poveča tveganje za pojav pooperativne paraplegije ali

parapareze, ker se arterije pri operacijah anevrizem na torakalni ali torakoabdominalni aorti podveže. V raziskavi smo določili število kolateralnih medrebrnih vej AIP in njihovih anastomoz in ugotovili, da med medrebrnimi prostori (SIC) IV. - XI. ni takega, ki bi bil za izvedbo torakocenteze varnejši od drugih. V raziskavi smo določili posebnosti izvora desne bronhialne arterije (AB), ki je največkrat izviral iz prve desne aortne AIP, izvor pa je variiral od skupnega debla AIP I. - III. iz AS ter AIP II. do AIP V. iz AT. Vloga posebnosti izvora desne AB je pomembna v terapiji karcinomov pljuč, saj se preko arterije aplicira kemoterapevtska sredstva.

S stališča anatomskih posebnosti AIP in njihove pomembnosti v klinični praksi, še posebej, če je hkrati prisotno več raznolikih posebnosti ali se le-te pojavljajo v večjem številu, je njihov opis v klasičnih anatomskih knjigah omejen. Zaradi razvoja moderne torakalne kirurgije, posebno srčno-žilne, predstavljajo podatki dobljeni z raziskavo osnovo za natančno opredelitev anatomskih posebnosti AIP in njihovega pomena v klinični praksi.

**Ključne besede:** zadnje medrebrne arterije, anatomske variacije, prsna vertebralna arterija, skupna debla, anevrizma prsne aorte, torakocenteza, kolateralne veje, desna bronhialna arterija

**UDK:** 611.13.068.08(043.3)



# **ANATOMICAL PECULIARITIES AND CLINICAL SIGNIFICANCE OF THE POSTERIOR INTERCOSTAL ARTERIES (*aa. intercostales posteriores*)**

## **Abstract**

Anatomical peculiarities of the origin, course, branches and anastomoses of the eleven paired posterior intercostal arteries (AIP) have practical significance in different fields of medicine, from diagnostic methods to surgery, because of extensive direct and indirect vascularization of the intercostal spaces (SIC), muscles, spinal cord, skin and mammary gland.

During anatomical dissection of 43 human cadavers fixed using the embalming method of Thiel, with injected arteries with red color mass, we found new anatomical variations of the origin, course and branches of the AIP. Aim of the study was to evaluate linkage between occurrences of new anatomical variations, their frequencies and differences among left and right AIP in population and individuals and discuss their clinical significance.

The study revealed new variations of the origin, course and branches of the AIP. The most variable origins from the subclavian artery (AS) or thoracic aorta (AT) were origins of AIP I. - III., the patterns of origins being mostly bilateral symmetrical in individuals. Dorsal course of the AIP known as thoracic vertebral artery (AVT) was found at AIP IV. and AIP V., in some individuals more of AVT were present. Peculiarities of the course of AIP are important in determination and identification of the arteries for diagnostic purposes, because finding of unusual course can be misinterpreted, and also in pathological conditions which need surgical treatment such as atherosclerosis, elongation of the aorta and fracture of the spine and ribs. Common trunks of the AIP at the origin from AT formed by neighboring arteries were the most frequent among all anatomical variations and numerous of multiple common

trunks were simultaneously present. Multiple common trunks reduce the overall number of segmental aortic AIP which give off branches for the vascularisation of the spinal cord and potentially increase the risk of postoperative paraplegia or paraparesis in patients undergoing thoracic or thoracoabdominal aortic aneurysm repair when vessels are being ligated. Study determined that regarding the number of the collateral branches of the AIP and their anastomoses there is not any intercostal space (SIC) between IV. - XI. that is as safe as others in performing thoracocentesis. Study of anatomical peculiarities of the origin of right bronchial artery (AB) recorded that most of the arteries originated from the first aortic AIP, the origins varied from common trunk of the AIP I. - III. from AS to AIP II. - V. from AT. The role of variations of AB origin is important in lung cancer therapy because the arteries serve as therapeutic pathways for infusion of chemotherapeutic agents. Regarding the anatomical peculiarities of AIP and their significance in clinical practice, especially if different peculiarities are present at once or if they often occur in one individual, description in classic anatomical books is limited. In the era of modern thoracic surgery, particularly cardiovascular, the data of the anatomical peculiarities of the AIP and their significance in clinical practice from the study represent basis for their detailed recognition and clinical evaluation.

**Key words:** posterior intercostal arteries, anatomical variations, thoracic vertebral artery, common trunk, thoracic aorta aneurysm, thoracocentesis, collateral branches, right bronchial artery

**UDK:** 611.13.068.08(043.3)

## KRAJŠAVE

AIP	a. intercostalis posterior, aa. intercostales posteriores
SIC	spatium intercostale, spatia intercostalia
NI	n. intercostalis, nn. intercostales
VIP	v. intercostalis posterior, vv. intercostales posteriores
AIS	a. intercostalis suprema
AS	a. subclavia
AT	aorta thoracica, aorta descendens
AC	angulus costae
ATI	a. thoracica interna, a. mammaria interna
AB	a. bronchialis
ARA	a. radicularis anterior
ASA	a. spinalis anterior
AV	a. vertebralis
ARM	a. radicularis magna, Adamkiewiczzeva arterija
AVT	a. vertebralis thoracalis, a. vertebralis dorsalis, a. vertebralis dorsi, a. vertebralis descendens
LAM	linea axillaris media
DICAP	dorsal intercostal artery perforator flap
LICAP	lateral intercostal artery perforator flap
LAP	linea axillaris posterior
D	desna stran
L	leva stran

# 1 UVOD

## 1.1 Anatomija in topografija zadnjih medrebrnih arterij

Zadnje medrebrne arterije - AIP (*aa. intercostales posteriores*) so arterije, ki s krvjo oskrbujejo medrebrne prostore - SIC (*spatia intercostalia*). Na vsaki strani je 11 parov. Zgornji dve AIP obeh strani izvirata iz leve in desne zgornje medrebrne arterije - AIS (*a. intercostalis suprema*), veje trunkus kostocervikalisa (*truncus costocervicalis*) podključnične arterije - AS (*a. subclavia*). Druga AIP je veja iz prve AIP, ki podaljša svoj potek do drugega SIC in tvori kolateralno povezavo s tretjo medrebrno arterijo, ki je veja prsne aorte - AT (*aorta thoracica s. descendens*). Segmentalne arterije za naslednjih devet SIC (AIP III. - XI.) izvirajo iz AT v parih, vsak par za levo in desno polovico prsnega koša (Williams in Warwick, 1980).

Zaradi lege aorte na zadnji levi strani prsnega koša oziroma hrbtenice, je spodnjih devet desnih AIP daljših od spodnjih devetih levih. Desne AIP III. - XII. križajo na poti proti desni strani vretenca spredaj, pred arterijami potekajo požiralnik (*oesophagus*), prsni mezgovod (*ductus thoracicus*) in vena azigos (*v. azygos*), pokrite so z desnim pljučnim krilom in plevro (*pleura*). Leve AIP potekajo ob vretencih nazaj lateralno do SIC in so v stiku z levim pljučnim krilom. Pred zgornjima dvema levima arterijama poteka leva zgornja medrebrna vena (*v. intercostalis suprema*), pred spodnjimi arterijami *v. hemiazygos* in *v. hemiazygos accessoria*. Nadaljnji potek arterij je praktično enak na obeh straneh. V nivoju glave vretenca potekajo navzdol pred arterijami simpatično deblo (*truncus sympathicus*) in splahnčni živci (*nn. splanchnici thoracici*) (Williams in Warwick, 1980; Moore in Dalley, 2006).

Vsaka AIP se razdeli na prednjo in zadnjo vejo.

Prednja veja teče po SIC poševno navzgor proti rebrnemu kotu - AC (*angulus costae*), nato nadaljuje pot po rebrnemu žlebu (*sulcus costae*). Najprej leži med plevro in notranjo medrebrno membrano (*membrana intercostalis interna*), ki jo prebije, nato poteka do rebrnega kota med notranjima medrebrnima mišicama (*m. intercostalis internus et intimus*). Od rebrnega kota dalje leži med notranjo in zunanjo medrebrno mišico (*m. intercostalis internus et externus*) in spredaj anastomozira z medrebrnimi vejami (*rr. intercostales anteriores*) notranje mamarne arterije - ATI (*a. thoracica interna*) ali muskulofrenične arterije (*a. musculophrenica*). Najnižje ležeči AIP potekata naprej iz SIC v trebušno steno in anastomozirata s podrebrno arterijo (*a. subcostalis*), zgornjo epigastrično arterijo (*a. epigastrica superior*) in ledvenimi arterijami (*aa. lumbales*).

V SIC se od vertebralnega do sternalnega konca odnosi med medrebrnimi žilami in medrebrnimi živci - NIC (*nn. intercostales*) spreminjajo. V najbolj posteriornem delu SIC, ob prečnem podaljšku (*processus transversus*) vretenca, leži AIP približno na sredini SIC, nad njo poteka NIC in še višje medrebrna vena - VIP (*v. intercostalis posterior*). Nevrovaskularne strukture imajo v začetku tendenco, da potekajo bolj prečno kot rebra, in se zato kmalu pridružijo spodnjemu robu zgornjega rebra, še pred tem pa AIP prekrižajo NIC (spredaj ali zadaj), tako da ležijo VIP nad arterijami, NIC pa pod njimi. (Hollinshead, 1972; Williams in Warwick, 1980).

Prednja veja odda naslednje veje: kolateralno medrebrno vejo, mišično vejo, lateralno kožno vejo in mamarno vejo.

Kolateralna medrebrna veja izhaja iz AIP v višini rebrnega kota, poteka navzdol in vzdolž zgornje meje nižje ležečega rebra anastomozira z medrebrno vejo ATI. Veje kolateralnih medrebrnih arterij se pod določenim kotom razdelijo in anastomozirajo z vejami AIP istega ali sosednjega prostora (Mughal in sod., 2004). Oskrba s strani kolateralnih vej je med posameznimi SIC tako obsežna, da je skoraj nemogoče povzročiti ishemično poškodbo samo enega SIC. V tem primeru bi morale priti do obstrukcije krvnega obtoka tega SIC in še sosednjih.

Mišične veje so namenjene medrebrnim mišicam (*mm. intercostales*), prsnim mišicam (*m. pectoralis major et minor*) in prednji nazobčani mišici (*m. serratus anterior*) ter anastomozirajo z zgornjimi in lateralnimi prsnimi vejami pazdušne arterije (*a. axillaris*).

Lateralne kožne veje spremljajo lateralne kožne veje prsnih živcev.

Mamarne veje, ki so namenjene oskrbi mlečne žleze (*glandula mammaria*), izvirajo iz AIP drugega, tretjega in četrtega SIC, se močno povečajo v obdobju laktacije.

Praviloma izvira iz desne AIP III. oziroma iz prve ali druge aortne AIP desna bronhialna arterija - AB (*a. bronchialis*), ki skupaj z AIP oblikuje interkostobronhialno deblo (*truncus intercostobronchialis*) (Williams in Warwick, 1980; Nathan in sod., 1970b; Carles in sod., 1995) in oskrbuje pljučni parenhim.

Zadnje veje potekajo nazaj skozi prostor, ki ga zgoraj in spodaj omejujejo vratovi reber, medialno telesa vretenc, lateralno zgornji kostotranzverzalni ligament (*lig. costotransversarius superior*). Zadnje veje oddajo spinalno vejo (*r. spinalis*), ki preko medvretenčnih odprtin (*foramina intervertebralia*) vstopi v hrbtenični kanal (*canalis vertebralis*), kjer se razdeli na sprednjo radikularno arterijo - ARA (*a. radicularis anterior*) in zadnjo radikularno arterijo (*a. radicularis posterior*) in oskrbuje hrbtenjačo (*medulla spinalis*), njene ovojnice (*meninges spinales*) in vretenca (*vertebrae*). Preko radikularnih arterij, ki spremljajo korenine hrbtenjačnih živcev, spinalne veje anastomozirajo s sprednjo spinalno arterijo - ASA (*a. spinalis anterior*) in parno zadnjo spinalno arterijo (*aa. spinales posteriores*) vertebralne arterije - AV (*a. vertebralis*) (Williams in Warwick, 1980). Največja med sprednjimi radikularnimi arterijami je velika radikularna arterija ali Adamkiewiczzeva arterija - ARM (*a. radicularis magna*), ki izvira v 65 % na levi strani (Moore in Dalley, 2006) med T5 in L4 segmentom, najpogosteje med T9 in L1 (Carmichael in Gloviczki, 1999). ARM ima obliko upognjene lasne zanke in vaskularizira hrbtenjačo distalno od anastomoze z ASA (Wan in sod., 2001).

## 1.2 Embriologija zadnjih medrebrnih arterij

Za razumevanje anatomskih posebnosti izvora in poteka velikih arterij in njihovih vej, je potrebno dobro poznati embrionalni razvoj žilnega sistema. Vse glavne žile se pri embriju ne razvijejo kot enojna debla. V razvoju posameznih žil se najprej oblikuje kapilarna mreža, šele nato se zaradi njene selekcije in širitve dokončnih poti razvijejo velike arterije in vene.

Tekom razvoja se v kraniokavdalnem zaporedju razvijejo aortni loki (arterije), ki se pogreznejo v mezenhim škržnih lokov in na koncu oblikujejo desno in levo dorzalno aorto. V nivoju aortnih lokov sta dorzalni aorti parni. V četrtem tednu razvoja se kavdalno od nivoja četrtega prsnega do četrtega ledvenega segmenta aorti združita in oblikujeta enotno AT. Šest aortnih lokov se pojavlja v zaporedju od prvega do šestega in nikoli ni vseh hkrati prisotnih. Tekom nadaljnega razvoja se z involucijo posameznih žilnih segmentov postopoma izgubi primitivna simetrična urejenost aortnih lokov in oblikuje se končna oblika (Schoenwolf in sod., 2009; Sadler, 2012). Zvijanje glave, rast prednjih možganov in podaljšanje vratu potisne srce, ki leži prvotno ventralno od žrela in kavdalno za ustno jamico (*stomodeum*), skupaj z žilami v prsno votlino, pri čemer se močno spremeni tudi prvoten položaj četrtega in šestega aortnega loka (Sadler, 2000). Desni četrti aortni lok se razvije v proksimalni del desne AS, njen distalni del pa se razvije iz desne dorzalne aorte in sedme intersegmentalne arterije. Leva AS ne nastane iz aortnih lokov, ampak v celoti iz leve sedme intersegmentalne arterije, ki je direktna veja dorzalne aorte (Williams in Warwick, 1980; Drews, 1995; Sadler, 2012).

Dorzalna aorta oblikuje ventralne, lateralne in posterolateralne veje, med katere spadajo intersegmentalne veje, ki vaskularizirajo derivate somitov. Ob koncu tretjega tedna razvoja se med razvijajočimi somiti od vratne do ledvene regije oblikujejo majhne posterolateralne veje, ki se povežejo z dorzalno aorto. Dorzalna veja vsake od teh intersegmentalnih arterij vaskularizira nevrhalno cev in epimere, ki tvorijo

globoke mišice vratu in hrbta. Kožne veje teh arterij oskrbujejo tudi kožo dorzalnega področja. Ventralna veja vsake intersegmentalne arterije oskrbuje hipomerne mišice in pripadajočo kožo. V prsni regiji iz ventralnih vej intersegmentalnih arterij nastanejo medrebrne arterije in njihove kožne veje (Schoenwolf in sod., 2009).

Intersegmentalne arterije in njihove veje povezujejo številne anastomoze, pri tem žile sekundarno izgubijo svojo intersegmentalno povezavo z aorto. Na obeh straneh se razvije postkostalna anastomoza, ki med vratom rebra in prečnim podaljškem vretenca povezuje dorzalne veje posameznih intervalov. To obliko najdemo v vratni regiji, kjer oblikuje večji del AV. Prekostalna anastomoza povezuje intersegmentalne arterije za izvorom dorzalnih vej, katerih ostanek predstavljata ascendentna vratna arterija (*a. cervicalis ascendens*) in AIS (Williams in Warwick, 1980).

Prva in druga dokončna AIP nastaneta iz longitudinalne anastomoze (kasnejša AIS) med AS in prvima dvema prsnima intersegmentalnima arterijama, pri čemer izgine prvotna povezava z AT. AIP III. - XI. pa ostanejo segmentalne dorzalne veje AT (Lippert in Pabst, 1985).



## 1.3 Anatomske posebnosti zadnjih medrebrnih arterij

### 1.3.1 Anatomske posebnosti izvora zadnjih medrebrnih arterij

AIP zgornjih SIC izvirajo iz AIS, ki je veja trunkus kostocervikalisa AS. AIS lahko izvira iz AV in odda AIP I. in II. (Newton, 1974), AIP I. - III. (Hsu *in sod*, 2004), AIP I. - IV. ali AIP I. - V. (Chiras *in sod*, 1982). AIS poteka navzdol med plevro in vratom prvega in drugega rebra ter anastomozira z AIP III. V prvem SIC odda AIP I., nato poteka navzdol in odda AIP II., ki ni stalna arterija, in je pogosteje prisotna na desni strani. Opisana shema je najpogostejša (60 %), redkeje je samo AIP I. veja AIS (32 %), pri čemer AIP II. izvira direktno iz AT ali v okoli 50 % oblikuje skupno deblo z AIP III., zelo redko so AIP I. - III. veje AIS (5 %) ali pa nobena od zgornjih AIP ni veja AIS. V tem primeru sta AIP I. in II. direktni veji AT (3 %), ki včasih oblikujeta skupno deblo z AIP III. (Lippert in Pabst, 1985).

Glede na to, da se AT začne v nivoju okoli četrtega prsnega vretenca, in njene medrebrne veje oskrbujejo SIC nad tem nivojem, potekajo AIP, ki izvirajo iz AT, pod ostrim kotom v zgornje SIC. Te zgornje veje niso vedno segmentalne, kajti prva medrebrna arterija, ki izvira iz AT, navadno je to AIP III., lahko oskrbuje tretji SIC ali prvi SIC oziroma prvi in drugi SIC sama ali skupaj z AIS, ali tudi tretji in četrti SIC. Podobno lahko druga AIP, ki izvira iz AT, oskrbuje četrti SIC, ali podaljša svoj potek do tretjega in s tem oskrbuje tretji in četrti SIC, ali pa oskrbuje samo peti SIC. Če arterije na izvoru ne oblikujejo skupnih debel s sosednjimi arterijami, izvira iz AT devet segmentalnih AIP (Hollinshead, 1972).

Spust srca povzroči, da imajo medrebrne arterije, ki so bolj kranialno, bolj navpičen potek. Njihov izvor je zato bližje drug drugemu, s čimer lahko razložimo nastanek skupnega debla dveh ali več arterij, predvsem AIP III. in IV. Skupno deblo dveh AIP nastane tako, da proksimalno potekajoča arterija izvira iz naslednje distalno ležeče, in ima zato dvigajoč potek do ustreznega SIC, redkeje obratno. Skupno deblo treh AIP se lahko pojavlja v dveh oblikah. Najbolj distalna arterija lahko odda dve potekajoči navzgor, ali pa odda sredinska arterija eno navzgor in eno navzdol potekajočo arterijo (Adachi, 1928). Skupno deblo dveh AIP (13 %) ali treh AIP (2 %) iste strani, ki izvirajo iz AT, je pogosto najdena anatomska posebnost (Lippert in Pabst, 1985), ki se pogosteje pojavlja pri AIP zgornjih SIC (najpogosteje pri AIP III.), redko pri arterijah v srednjih SIC (najredkeje med AIP VII. in VIII., nikoli med AIP VIII. in IX.) in nekoliko pogosteje spet med AIP v najnižjih SIC (Adachi, 1928).

### 1.3.2 Anatomske posebnosti poteka zadnjih medrebrnih arterij

Normalno potekajo AIP na ventralni strani reber, včasih pa je lahko njihov potek dorzalno med rebri in prečnimi podaljški (*processus transversus*) vretenc, in sicer skozi prostore med njimi (*spatia costotransversaria*), podobno kot poteka AV. Dorzalno za rebri potekajočo arterijo se ne glede na izvor (AS, AV ali direktno iz AT) ali potek (navzdol ali navzgor) anatomsko-primerjalno imenuje prsna vertebralna arterija - AVT (*a. vertebralis thoracalis*, sinonimi *a. vertebralis dorsalis*, *a. vertebralis dorsi*, *a. vertebralis descendens*). Tipična AVT izvira iz AV (5,1 %), lahko pa je tudi najvišja medrebrna veja AT (4,2 %), ki poteka za rebri navzgor (Adachi, 1928). Zanimivo je, da je pri določenih sesalcih AVT normalno prisotna (razred *Carnivora* in *Pinnipedia*), pri človeških zarodkih pa le občasno, in naj bi nastala kot posledica podaljšanja cervikalnega kanala (Krassnig, 1913). AVT, ki izvira iz AS ali AV, najpogosteje najdemo za zgornjimi tremi rebri, če jo najdemo za četrtim rebrom izvira iz AT (Adachi, 1928).

## 1.4 Klinični pomen zadnjih medrebrnih arterij

Poznavanje anatomskih posebnosti AIP ima velik pomen na različnih področjih medicine, v žilni, torakalni, plastični in rekonstrukcijski kirurgiji, diagnostični in interventni radiologiji in vlogo v terapiji novotvorb.

Široka paleta kliničnih aplikacij, ki vključujejo SIC, od torakotomije, torakoskopije, torakocenteze, do kirurške preparacije presadkov in režnjev (Moore in Dalley, 2006), se lahko lažje in varneje izvede ob dobro poznani anatomiji mišic, žil in živcev prsnega koša. Torakocenteza ali plevralna punkcija se zaradi lege AIP in njenih kolateralnih vej izvaja v spodnji tretjini SIC nad zgornjim robom spodnjega rebra. Novejše raziskave kolateralnih vej AIP (da Rocha in sod., 2002) za varno izvedbo torakocenteze priporočajo sredino SIC VI. - VIII. v nivoju srednje pazdušne linije - LAM (*linea axillaris media*), kjer je premer AIP in kolateralnih vej najmanjši.

Patološke študije dokazujejo pojav zgodnjih aterosklerotičnih sprememb na AT v bližini ustij AIP. Stenoza AIP nima opisane klinične pomembnosti zaradi bogato prekrvavljene hrbtenjače, ki jo z obsežno mrežo arterijskih anastomoz oskrbujejo kolaterale (Ravi in sod., 2003). Potencialno lahko pride do ishemije hrbtenjače v primeru, če je prizadetih hkrati več AIP oziroma je stopnja ishemije odvisna od dolžine žilne opornice, zato predstavlja glavno skrb operacij descendente in torakoabdominalne aorte postoperativna paraplegija in parapareza (Kahn in Moskowitz, 2002). Stopnja paraplegije in parapareze variira od 5 % do 40 % ne glede na napredek tehnike na področju anesteziologije in kirurgije (Wan in sod., 2001). Mnogo avtorjev priporoča reimplantacijo multiplih AIP (Usui in sod., 1996; Elefteriades in sod., 2000; Toyama in sod., 2006; Okita in sod., 2007; Toda in sod., 2008), ki se identificirajo na osnovi preoperativne angiografije (Williams in sod., 2004; von Tengg-Kobligh in sod., 2007), ali na osnovi anatomskih predvidevanj, da je izvor odgovarjajoče arterije v nivoju med T8 in L2 (Carmichael in Gloviczki, 1999). Za detekcijo ishemije hrbtenjače in določitev kritičnih AIP v realnem času je lahko

intraoperativno uporabna tudi metoda transkranijske stimulacije motorično evociranih potencialov (Sueda in sod., 2000).

Retrogradna krvavitev iz AIP pri vstavljanju endovaskularnih opornic na descendentni aorti predstavlja najbolj pogost vzrok paraprostetičnih hematoma (Kahn in Moskowitz, 2002). Poškodbo in krvavitev iz AIP lahko povzroči tudi kateter pri epiduralni anesteziji v predelu prsnega koša (Amagasa in sod., 2008).

V klinični praksi so anevrizme in pseudoanevrizme AIP življenjsko ogrožajoče, zaradi potencialne nevarnosti raztrganja. Tanka lomljiva stena anevrizme lahko poči zaradi travme (Aoki in sod., 2003; Takamura in sod., 2007) ali dviga krvnega pritiska (Sundram-Noveland in sod., 2008). Anevrizme in pseudoanevrizme AIP se pojavljajo po retroperitonealni laparoskopski nefrektomiji (Bluebond-Langner in sod., 2002), perkutani transhepatični holangiografiji (Casas in sod., 1997), torakoskopski simpatektomiji (Atherton in Morgan, 1997) ali spremljajo druge bolezni, kot je koarkacija aorte (Salanitri, 2007; Luo in sod., 2010) in nevrofibromatoza (Dominguez in sod., 2002).

Pri zožitvah aorte, kot je koarkacija aorte, zagotavljajo anastomoze med ATI, AIP in spodnjo epigastrično arterijo pomemben kolateralni obtok. V tem primeru lahko povečane AIP, ki ležijo v rebrnem žlebu, prekrijejo kost in dajejo radiografsko sliko uzur na rebrih (O'Rahilly in Müller, 1983).

Zaradi vse številčnejših posegov, katerih namen je revaskularizacija miokarda, se iščejo alternativne arterije, ki bi potencialno ustrezale zahtevam ATI, koželjnične arterije (*a. radialis*) in gastroepiploične arterije (*a. gastroepiploica*), ki se za revaskularizacijo uporabljajo danes (Wijns in sod., 2010). Zaradi ugodne histološke zgradbe in anatomskega položaja bi bila lahko tudi AIP ena od možnih arterij, primernih za revaskularizacijo, ki ustreza potrebnim kriterijem. Histološko ima AIP relativno tanko intimo in medijo, ki je elastična ali mišičnoelastična (van Son in sod., 1993; Reddy in sod., 2011), podobno kot ATI, ki bi bila lahko enako odporna na

razvoj ateroskleroze. Premer lumna in debelina žilne stene AIP je zelo podobna samim koronarnim arterijam (Ünlü in sod., 2003). Zaradi lege AIP v prsni votlini bi se arterije lahko uporabilo za *in situ* presadke (John in sod., 1995), njihova ustrežna dolžina pa bi teoretično zadostovala za presadke celotnega koronarnega arterijskega sistema. Leva AIP V. doseže veje leve koronarne arterije (*r. circumflexus et r. interventricularis anterior a. coronariae sinistrae*), desna AIP VII. pa desno koronarno arterijo (*a. coronaria dextra*) (John in sod., 1993). Opisane lastnosti, ki govorijo v prid uporabi AIP za revaskularizacijo miokarda, so zasnovane na osnovi opravljenih študij na kadavrih (John in sod., 1993) in psih (Dandolu in sod., 1998).

V plastični in rekonstrukcijski kirurgiji predstavljajo AIP s svojimi številnimi fasciokutanimi in muskulokutanimi perforatorji (dorzalnimi - DICAP in lateralnimi - LICAP), največji angiosom trupa (Hamdi in sod., 2006; Beer in Manestar, 2010). V plastični kirurgiji je potek posamezne AIP razdeljen na štiri segmente: vertebralni, interkostalni, intermuskularni in rektus segment. Vertebralni segment je dolg 8 cm in odda dorzalno, nutritivno in kolateralno vejo. Interkostalni segment, dolg 12 cm, je zelo pomemben, ker odda arterija v tem segmentu 5 do 7 muskulokutanih perforatorjev v intervalih na 1-3 cm, ki gredo skozi medrebrne mišice do široke hrbtne mišice (*m. latissimus dorsi*). V nivoju LAM odda arterija še lateralni kožni perforator. Intermuskularni segment, ki je dolg tudi 12 cm, se začne na pripoju trebušne miškulature na rebrih in poteka do lateralnega roba preme trebušne mišice (*m. rectus abdominis*). Rektus segment leži v globini pod premo trebušno mišico in ga predstavljajo veje medrebrnih arterij (*rr. intercostales anteriores*), ki izvirajo iz ATI. Osnovo za DICAP predstavljajo perforatorske veje, ki izvirajo iz vertebralnega segmenta, pri LICAP pa je reženj zasnovan na osnovi perforatorjev, ki izvirajo iz interkostalnega segmenta (Kerrigan in Daniel, 1979).

V terapiji karcinomov pljuč, kjer kirurška odstranitev ni možna, ali radiacijska terapija ni učinkovita, so se razvile številne metode, s katerimi se v pljučih in okoliškem tkivu dosežejo visoke koncentracije kemoterapevtskih sredstev in zmanjšajo učinki njihove sistemske toksičnosti. Ena izmed metod je infuzija kemoterapevtske učinkovine

preko AB. Desno AB, ki je veja desne AIP III. oziroma prve aortne AIP, se za aplikacijo kemoterapevtskih sredstev določi s selektivno kateterizacijo ali z izolacijo segmenta aorte, iz katerega AB izvira (Cliffton, 1969; Guan *in sod.*, 2007).

## 2 NAMEN DELA IN HIPOTEZE

Osrednji cilj doktorske disertacije je bil natančneje razjasniti in shematsko prikazati anatomske posebnosti izvora in poteka AIP, pogostnost pojavljanja in poteka skupnih debel in dorzalno za rebri potekajočih AIP, potek in anastomoze kolateralnih vej, morebitne razlike v izvoru, poteku, skupnih deblih in kolateralnih vejah med levimi in desnimi AIP, ter zagotoviti anatomske podatke o posebnostih izvora desne AB. Glavni poudarek doktorske disertacije je določitev novih anatomskih posebnosti AIP, njihovo frekvenco v populaciji in pri posamezniku, in ugotoviti pomen pojava in številčnosti anatomskih posebnosti v klinični praksi.

Namen raziskave je bil:

1. Ugotoviti nove anatomske posebnosti izvora, poteka in vej AIP s poudarkom na primerjavi med stranema in frekvencami pri istem osebk.
2. Ugotoviti katere in koliko AIP lahko zaradi poteka imenujemo AVT, kakšne so anatomske posebnosti izvora in klinični pomen teh arterij.
3. Ugotoviti katere AIP najpogosteje tvorijo skupna debela, kakšne so razlike med stranema, koliko skupnih debel je lahko hkrati prisotnih pri istem osebk in kakšna je njihova vloga v klinični praksi.
4. Ugotoviti kateri SIC so zaradi števila kolateralnih medrebrnih vej AIP varnejši za izvedbo torakocenteze.
5. Ugotoviti koliko in katere desne AIP tvorijo interkostobronhialna debela, od katerih se odcepi desna AB.



Na osnovi zastavljenih ciljev smo testirali naslednje hipoteze:

1. Literatura na osnovi primerjave isto stranskih AIP navaja podatke, da obstajajo razlike v izvoru med levimi in desnimi AIP. Nikjer ni zaslediti, da bi s primerjavo parnih arterij po segmentih pri istem osebkju določili razlike v izvoru, poteku in vejah med levimi in desnimi AIP ter pojav anatomskih posebnosti povezali s klinično prakso. Zaradi različnih embrionalnih zasnov AS, oblikovanja anastomoz in lege dokončne enojne aorte na levi strani hrbtenice predvidevamo, da obstajajo razlike v anatomskih posebnostih izvora in poteka med parnimi, segmentalnimi AIP, posebej AIP I. - III. in AVT pri istem osebkju, ki so klinično pomembne.
2. Skupna debela iz dveh AIP se pogosteje pojavljajo kot iz treh ali štirih AIP, in sicer v zgornjih in spodnjih SIC, od AIP I. do AIP IV. in od AIP IX. do AIP XII. Predvidevamo, da obstajajo razlike v številu skupnih debel med AIP, poteku (dvigajoč/padajoč) in stranjo pojavljanja (leva/desna), ki so posledica sprememb tekom embrionalnega razvoja srca in ožilja. Ker so skupna debela AIP pogosto najdena žilna variacija, predvidevamo, da obstajajo multipla skupna debela pri istem osebkju z aplikacijo v klinični praksi.
3. Za varnejšo izvedbo torakocenteze in podatkov iz literature, da naj se le-ta izvaja čim nižje, v šestem, sedmem in osmem SIC (AIP VI, AIP VII., AIP VIII.), predvidevamo, da je v teh prostorih manj kolateralnih vej AIP in njihovih medsebojnih anastomoz v primerjavi s SIC IV. - XI.
4. Desna AB izvira iz desne AIP III. ali iz prve aortne AIP.

Korak naprej v razumevanju novih anatomskih posebnosti izvora in poteka AIP lahko pripomore k varnejši izvedbi posegov na območju, ki ga arterije preskrbujejo in posreduje podatke o arterijah, ki so pomembni v diagnostičnih in terapevtskih metodah.

### **3 MATERIALI IN METODE**

#### **3.1 Vzorec merjencev**

Raziskava je bila opravljena na 43 človeških kadavrih, pri katerih smo določili in izmerili skupno 946 AIP.

#### **3.2 Protokol raziskave**

Anatomsko raziskavo smo opravili na prsnih koših kadavrov oseb, ki so pred smrtjo podarili svoja telesa v znanstvenoraziskovalne namene Inštituta za anatomijo Medicinske univerze v Gradcu.

Za raziskavo smo izbrali naključne kadavre, ne glede na spol, starost ali vzrok smrti, ki so bili brez vidnih makroskopskih patoloških ali aterosklerotičnih lezij.

Protokol raziskave je odobrila Komisija Republike Slovenije za medicinsko etiko, dne, 14.07.2009, števil.: 25/07/09.

### 3.3 Fiksacija materiala

Kadavre smo fiksirali po Thielovi metodi. Med postopkom intravaskularne fiksacije smo preko zgornjega sagitalnega sinusa (*sinus sagittalis superior*) in zunanje črevnične arterije (*a. iliaca externa*), lahko tudi femoralne arterije (*a. femoralis*) ali skupne karotidne arterije (*a. carotis communis*) pod pritiskom v žile vbrizgali mešanico fiksativov, dekstrina, radiološkega označevalca (minij) in lateksa ter rdečo tempera barvo, ki je omogočila boljšo vizualizacijo arterij. Poleg injiciranih fiksativov so bili kadavri še najmanj 6 mesecev potopljeni v mešanico kemikalij za fiksacijo. Prednost Thielove metode fiksacije je poleg ohranitve naravnega videza, visoka stopnja gibljivosti, ki omogoča skoraj naravno premikanje različnih delov telesa. Zaradi značilnih karakteristik in pogojev dela, ki so podobni kot pri živih bolnikih, je metoda uporabna pri raziskavah s področja kirurgije, ehografije, regionalne anestezije in anesteziologije. Metoda je zaradi rdeče arterijske mase idealna za študijo anatomskih posebnosti ožilja, radiološki označevalec pa omogoča njihov rentgenski ali računalniško tomografski prikaz. Prednost metode je tudi v uporabi zelo majhne količine formalina, ki zmanjša poklicno izpostavljenost in obremenjevanje okolja na minimum (Thiel, 1992; Thiel 2002).

### 3.4 Anatomska disekcija

Klasično anatomske disekcije prsnih košev in AIP, kot tudi vse meritve, sem opravila avtorica doktorske disertacije.

Prsne koše smo odprli na srednji pazdušni liniji - LAM. S prepariranjem plevre ter notranjih in zunanjih medrebrnih mišic smo prikazali AIP od izvora do LAM.

### 3.5 Meritve zadnjih medrebrnih arterij

Meritve smo opravili s pomočjo kotomera, kljunastega merila in tekočega metra. Pri arterijah, ki so izvirale iz AS smo določili izvor, obliko izvora in potek žil. Celoten potek posamezne AIP, ki je izvirala iz AT pa smo razdelili na dva segmenta, segment 1 je potekal od izvora arterije do nivoja AC, segment 2 od nivoja AC do zadnje pazdušne linije - LAM. Pri teh arterijah smo določili izvor in obliko izvora, opravili smo še dodatne meritve, in sicer kot, pod katerim se je arterija odcepila od aorte; zunanji premer arterije na izvoru, po odcepitvi od skupnega debla in v nivoju AC; dolžino arterije do AC; kolateralne medrebrne veje, njihovo oddaljenost od izvora in medsebojne anastomoze ter določili smo izvor desne AB. Hkrati smo določili še širino SIC v nivoju AC in zadnje pazdušne linije - LAP (*linea axillaris posterior*).

### 3.6 Statistično ovrednotenje podatkov

Dobljene podatke smo statistično ovrednotili s parametričnimi testi. Rezultate smo predstavili s frekvenčno in odstotno porazdelitvijo oziroma podali kot povprečne vrednosti  $\pm$  standardna deviacija. Za potrjevanje hipotez smo uporabili  $X^2$  test, t-test za neodvisne vzorce, t-test za odvisne vzorce ali neparametrični Wilcoxonov test.

Značilne razlike so bile tiste, kjer je bil  $p < 0,05$  (\*). Posebej smo označili razlike, kjer je  $p < 0,01$  (\*\*) in  $p < 0,001$  (\*\*\*) .

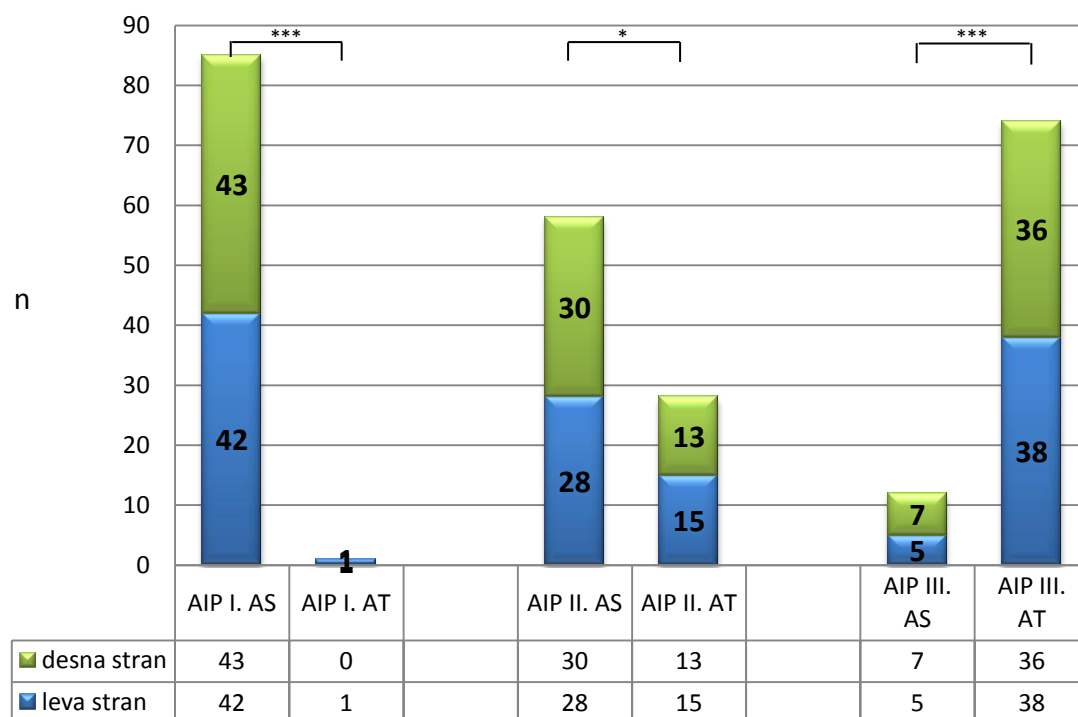
Za statistično obdelavo podatkov smo uporabili program SPSS 18.0 (SPSS Inc., Chicago, IL).

## 4 REZULTATI

### 4.1 Izvor zadnjih medrebrnih arterij

Najbolj variabilen izvor so imele AIP I. - III., ki so lahko izvirale iz AS ali AT. Med prvimi tremi arterijami smo našli največ anatomskih posebnosti izvora pri AIP II., saj je arterija v tretjini primerov izvirala iz AT. Izvora AIP I. (\*\* $p < 0,001$ ) in AIP II. (\* $p < 0,05$ ) iz AS ter AIP III. (\*\* $p < 0,001$ ) iz AT sta bila statistično značilna (slika 1). Med anatomsko disekcijo smo našli primer, ko nobena od AIP ni izvirala iz AS. Vse nižje ležeče arterije, AIP IV. - XI., so bile veje AT.

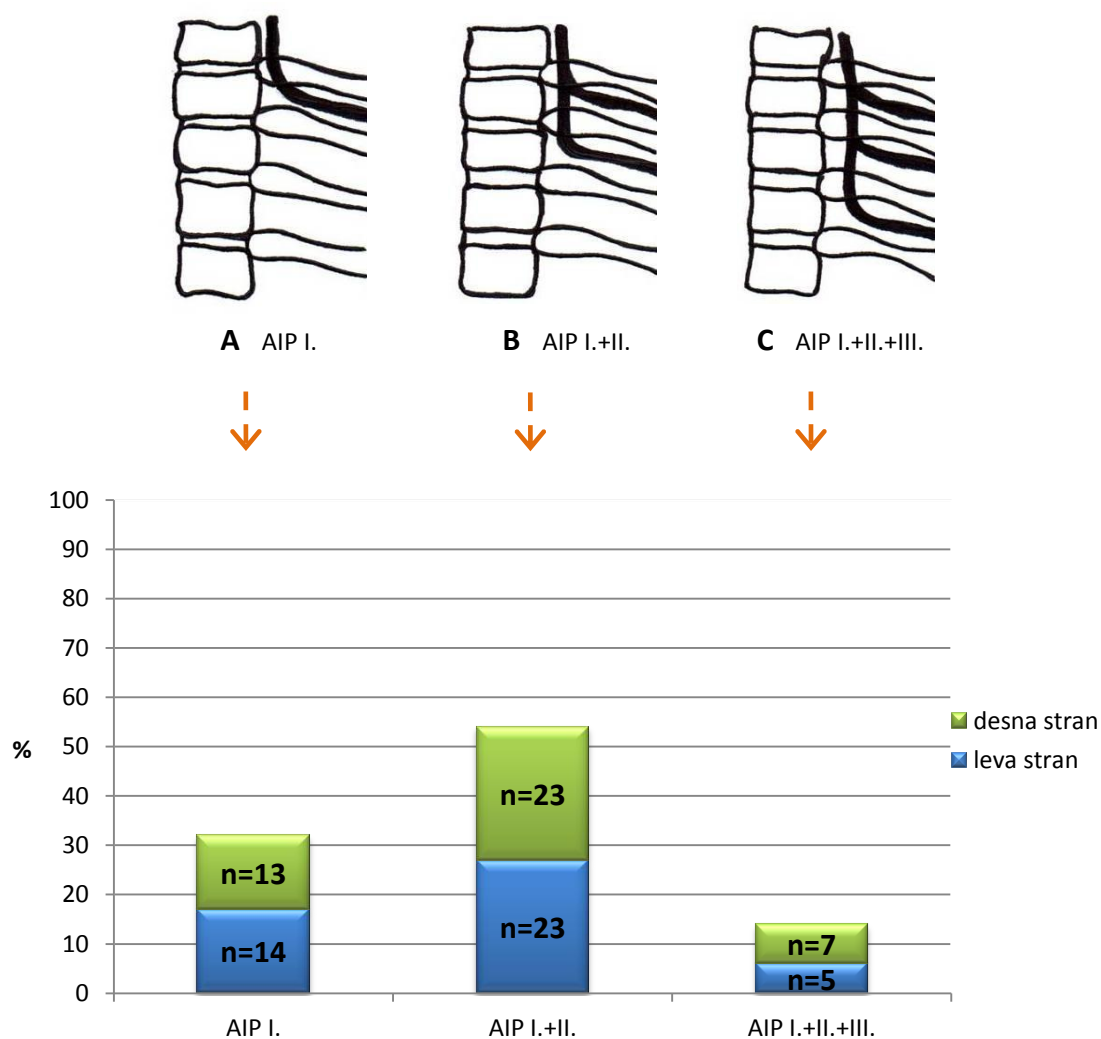
Pri AIP I. ( $p = 0,879$ ) in AIP III. ( $p = 0,223$ ) ni bilo statistično pomembnih razlik v izvoru med levo in desno stranjo. Pri AIP II. je obstajala statistična verjetnost, da leva in desna arterija ne bosta imeli enakega izvora ( $p = 0,033$ ), vendar v primeru različnega izvora ni bilo možno napovedati, ali bo izvor AIP iz AT na levi ali na desni strani ( $p = 0,593$ ).



**Slika 1: Izvor AIP I. - III. iz AS in AT ter razlike med levo in desno stranjo**

Izvor AIP I. ( $p < 0,001$ ) iz AS je bil statistično značilen, samo v enem primeru je bila arterija veja AT. Tudi izvora AIP II. ( $p < 0,05$ ) iz AS ter AIP III. ( $p < 0,001$ ) iz AT sta bila statistično značilna. Rezultati so bili analizirani s  $\chi^2$  testom. Med AIP I. in AIP III. ni bilo statistično signifikantne razlike v izvoru arterij na levi in desni strani. Pri AIP II. pa je obstajala statistična verjetnost, da žili ne bosta imeli enakega izvora ( $p < 0,05$ ). Za analizo razlik v izvoru med levo in desno stranjo pri AIP II. je bil uporabljen neparametrični Wilcoxonov test.

AIP I. - III., so iz AS izvirale na več načinov. AIP I. je kot samostojna veja izvirala iz AS v 32 % (slika 2A). Vse ostale arterije so na izvoru iz AS tvorile skupna debela, v 54 % AIP I. in II. (slika 2B) in v 14 % AIP I., II., III. (slika 2C). Če so AIP I. in AIP II. ter AIP I., II., III. tvorile na izvoru skupna debela, sta se AIP II. in AIP III. odcepile od AIP I. oz. AIP II. in potekale navzdol do ustreznega SIC.



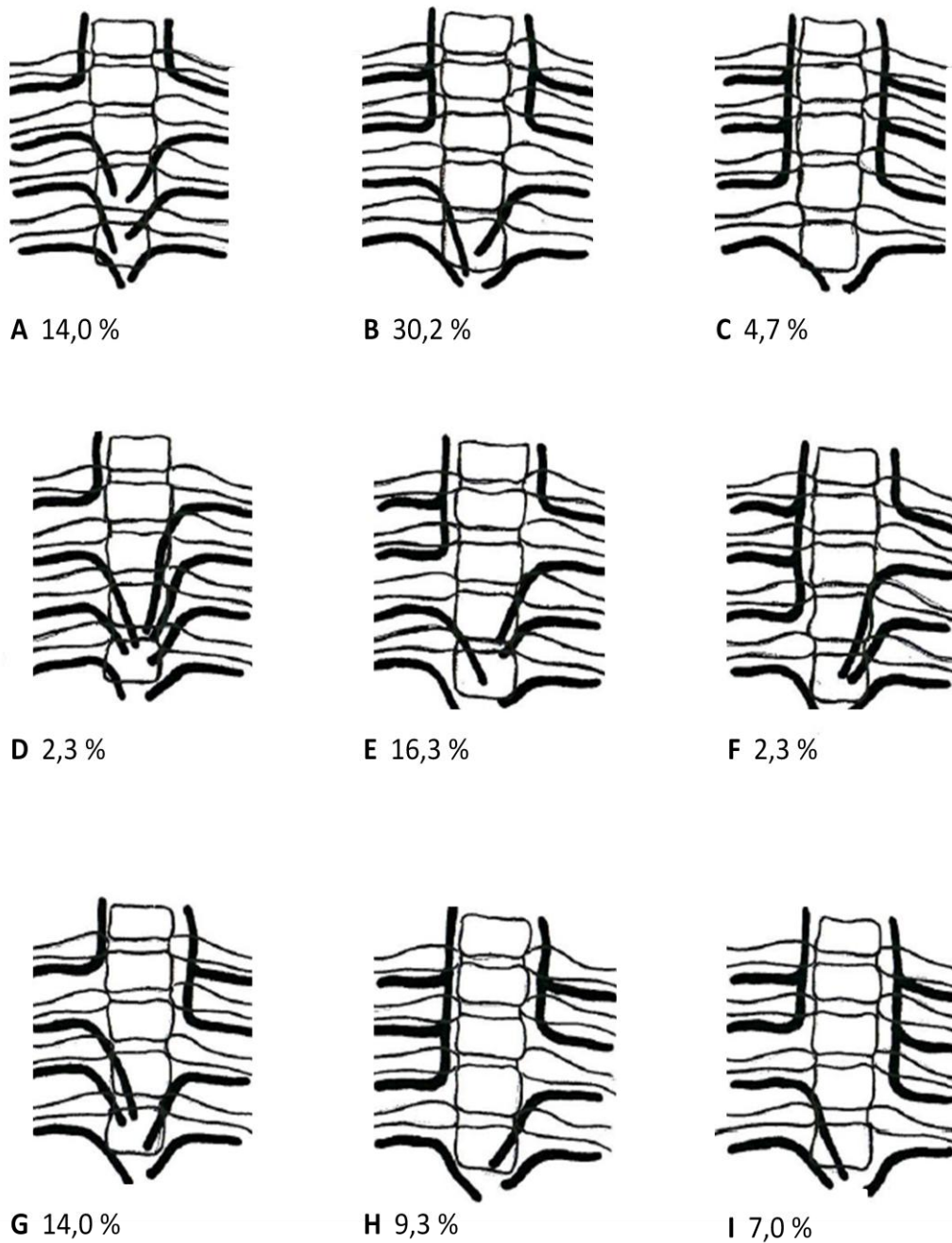
**Slika 2: Oblika izvora AIP I. - III. iz AS (samostojen, skupno deblo dveh ali treh arterij) in primerjava glede na levo in desno stran**

*A, samostojen izvor AIP I. iz AS. B, izvor AIP I. in AIP II. iz AS s skupnim deblom. AIP II. se je odcepila od AIP I. in potekala navzdol v ustrezen SIC. C, skupno deblo*

*AIP I., II., III. na izvoru iz AS. AIP II. se je odcepila od AIP I., hkrati pa je oddala še AIP III. za odgovarjajoč SIC. Sheme A,B,C se ne nanašajo samo na levo stran, kot je prikazano. Grafikon prikazuje podatke o razlikah v obliki izvora AIP I. - III. tudi glede na stran.*

Kadar je bil izvor levih in desnih AIP iz AS bilateralno simetričen (48,9 %) (slika 3A - C), je bilo največ primerov takšnih, ko sta bili AIP I. in AIP II. veji AS, AIP III. pa je bila že veja AT (slika 3B). V enem primeru (2,3 %) ni nobena leva AIP izvirala iz AS (slika 3D). Poleg bilateralno simetričnih izvorov AIP I. - III. iz AS smo našli različne kombinacije izvorov leve in desne strani, med njimi je bilo največ takšnih (46,6 %), kjer je bila shema izvorov sicer enaka, a se je pojavila na drugi strani (slika 3, E in G, H in I). Enkrat (2,3 %) se je pojavila shema izvorov AIP ene strani, ki ni imela zrcalne slike na drugi strani (slika 3F).





**Slika 3: Primerjava variabilnosti izvora AIP I. - III. po segmentih**

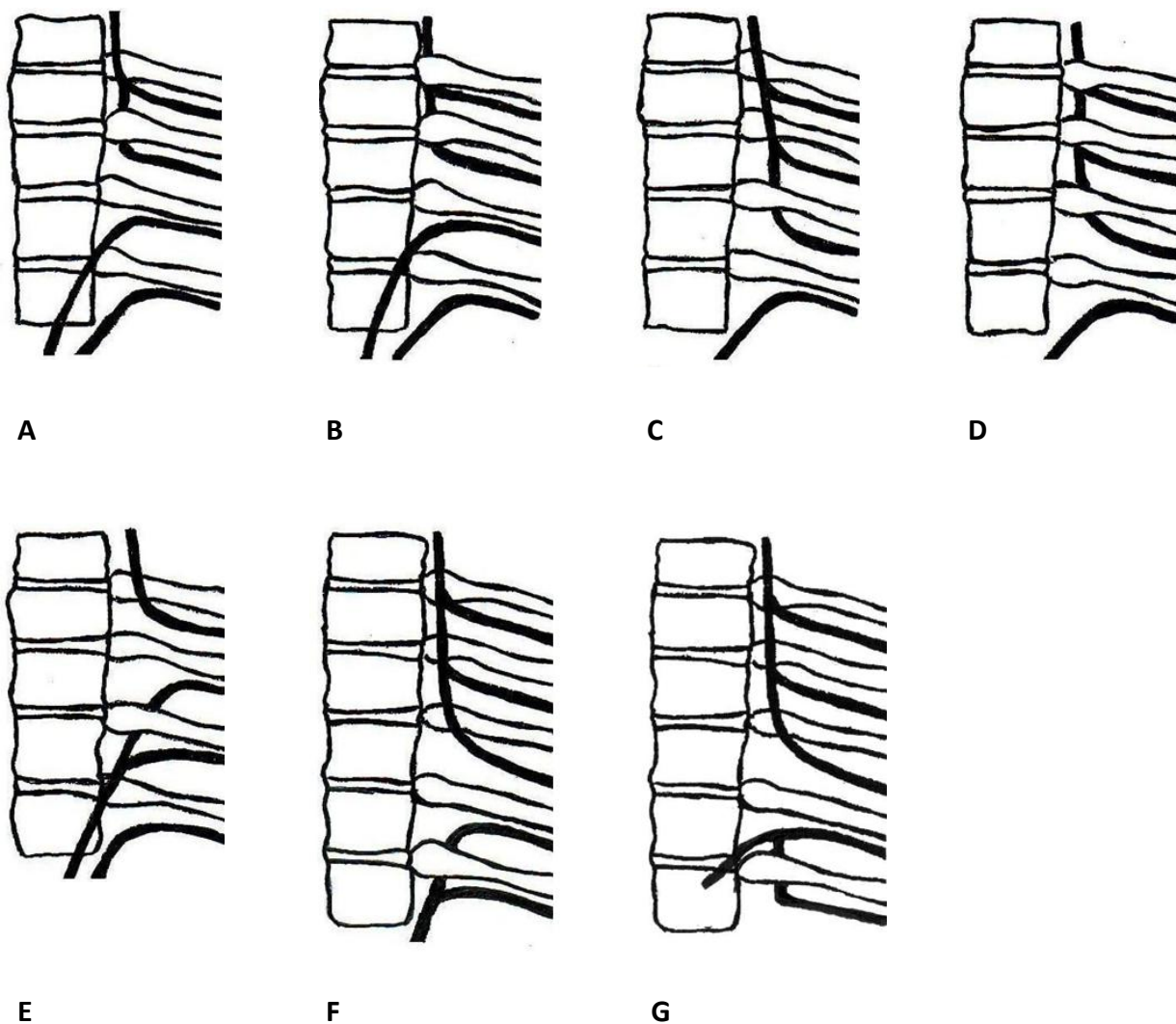
*A,B,C, bilateralno simetričen izvor AIP I., II., III. iz AS. D - I, različne kombinacije izvorov levih in desnih AIP I. - III. A, samo AIP I. iz AS. B, AIP I. in AIP II. iz AS. C,*

*AIP I., II. in III. iz AS. D, samo desna AIP I. iz AS, ostale AIP iz AT. E in G, ter H in I, zrcalni sliki izvorov levih in desnih AIP I. - III. E, iz AS na desni strani AIP I. in AIP II., na levi AIP I. F, AIP I. - III. na desni strani iz AS, na levi strani iz AS samo AIP I.. G, samo desna AIP I. iz AS, na levi strani iz AS AIP I. in AIP II. H, desne AIP I. - III. iz AS, na levi strani iz AS AIP I. in AIP II. I, desni AIP I. in AIP II. iz AS, na levi strani iz AS AIP I. - III.*

## **4.2 Izvor in potek prsne vertebralne arterije**

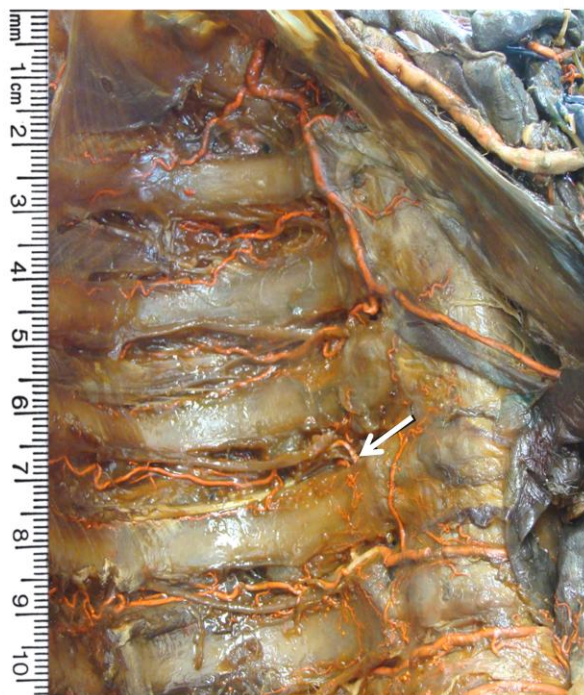
Skupno je bilo najdenih devet AIP, ki jih zaradi poteka imenujemo AVT. Od tega jih je pet izviralo iz AS (slika 4A - D), tri na levi strani in dve na desni strani, v enem primeru smo našli bilateralno simetrični AVT (slika 4A). AIP, ki so izvirale iz AS in so potekale dorzalno za rebri, so bile AIP II. (slika 4A), AIP I. in AIP II. (slika 4B), AIP III. (slika 4C) in AIP I. - III. (slika 4D). Iz AT so izvirale štiri arterije, dve na levi in dve na desni strani, od katerih je dorzalno potekala prva aortna AIP (AIP II, AIP IV.) (slika 4E, F) ali nižja od arterij, ki sta oblikovali skupno deblo (AIP V.), to pa je bilo prav tako prva veja iz aorte (slika 4G). Tudi pri AVT iz AT smo našli bilateralno simetričen izvor in potek (slika 4F). Nobena arterija, ki je potekala po dorzalni strani reber ni bila samostojna veja AS ali AT.

Od AVT, ki so na izvoru iz AT oblikovale skupna debela s sosednjimi arterijami, so tri po odcepitvi potekale po dorzalni strani višje ležečega rebra navzgor v SIC (slika 4E, F, slika 5A), ena arterija je po odcepitvi od skupnega debela potekala po dorzalni strani nižje ležečega rebra navzdol v SIC (slika 4G, slika 5B). Med vsemi najdenimi AVT smo našli primer, ko so bile pri istem osebkju prisotne tri AVT, na levi strani so iz AS izvirale AIP I. - III., po dorzalni strani tretjega rebra je potekala AIP III. (slika 4C). Leva in desna AIP IV., ki sta na izvoru iz AT oblikovali skupno deblo z AIP V., sta po odcepu od skupnega debela potekali navzgor v SIC IV. za petim rebrom (slika 4F).

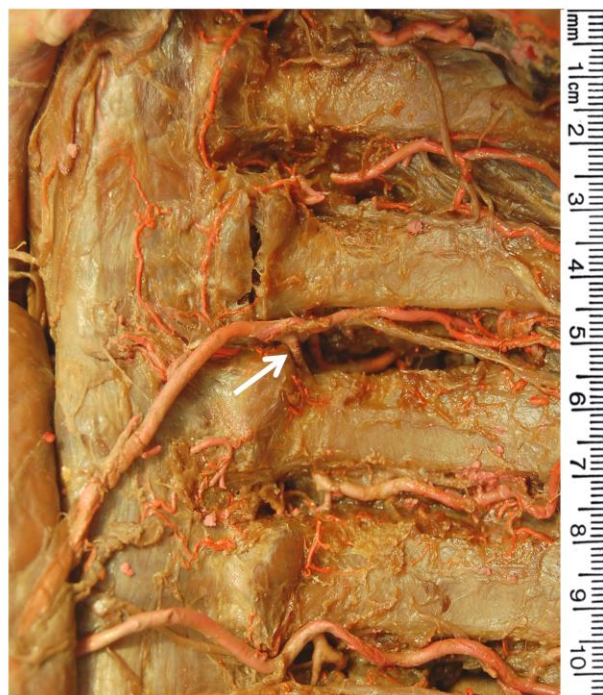


**Slika 4: Sheme najdenih AVT**

*A - D, dorzalni potek AIP I. - III., ki izvirajo iz AS. E - G, dorzalni potek AIP II., AIP IV., AIP V., ki izvirajo iz AT. A, dorzalni potek AIP II. (n = 2). B, dorzalni potek AIP I., AIP II. (n = 1). C, dorzalni potek AIP III. (n = 1) D, dorzalni potek AIP I. - III. (n = 1). E, skupno deblo AIP II. in AIP III., dorzalni potek AIP II. navzgor (n = 1) . F, skupno deblo AIP IV. in AIP V., dorzalni potek AIP IV. navzgor (n = 2). G, skupno deblo AIP IV. in AIP V., dorzalni potek AIP V. navzdol (n = 1). Shema se ne nanaša samo na levo stran, kot je prikazano.*



**A**



**B**

### **Slika 5: AVT**

*A, skupno deblo AIP IV. in AIP V., ki sta izviralni iz AT. AIP IV. se je odcepila od AIP V. in potekala dorzalno navzgor v SIC IV. za petim rebrom (puščica). B, skupno deblo AIP IV. in AIP V. z izvorom iz AT. Po odcepu od skupnega debla je AIP V. potekala navzdol in dorzalno za petim rebrom v SIC V. (puščica).*

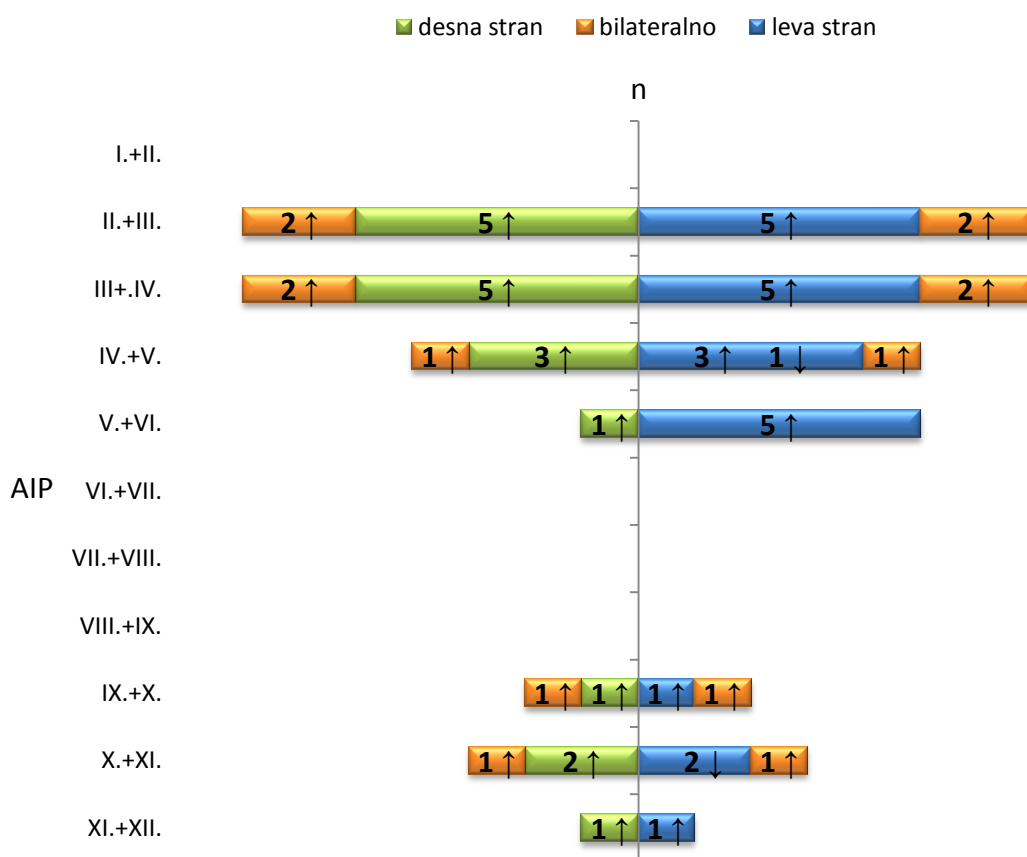
### 4.3 Skupna debela zadnjih medrebrnih arterij iz prsne aorte

AIP so iz AT izvirale samostojno ali so dve in tri sosednje arterije na izvoru tvorile skupna debela. Samostojen izvor AIP iz AT smo našli v 86 % (n = 677). Na izvoru iz AT smo našli skupno debelo dveh sosednjih arterij 55 krat in dve skupni debeli, ki so jih oblikovale tri sosednje arterije.

Najvišje ležeča arterija, ki je izvirala iz AT in je tvorila skupno debelo, je bila AIP II. Največ skupnih debel smo našli v zgornjih SIC, in sicer statistično značilno med AIP II. in AIP III. ter AIP III. in AIP IV., kjer ni bilo razlik med levo ( $p=0,001$ ) in desno stranjo ( $p<0,001$ ). Med nižje ležečimi sosednjimi arterijami srednjih SIC, AIP VI. in AIP VII., AIP VII. in AIP VIII. ter AIP VIII. in AIP IX., skupnih debel nismo našli. V spodnjih SIC so se posamezna skupna debela med AIP IX. in AIP X., AIP X. in AIP XI. ter AIP XI. in AIP XII. (*a. subcostalis*) spet pojavila (slika 6).

Od vseh skupnih debel se jih je sedem pojavilo bilateralno, več v zgornjih in spodnjih SIC oziroma so se bilateralna skupna debela pojavila občasno tam, kjer je bilo tudi skupnih debel več (slika 6).

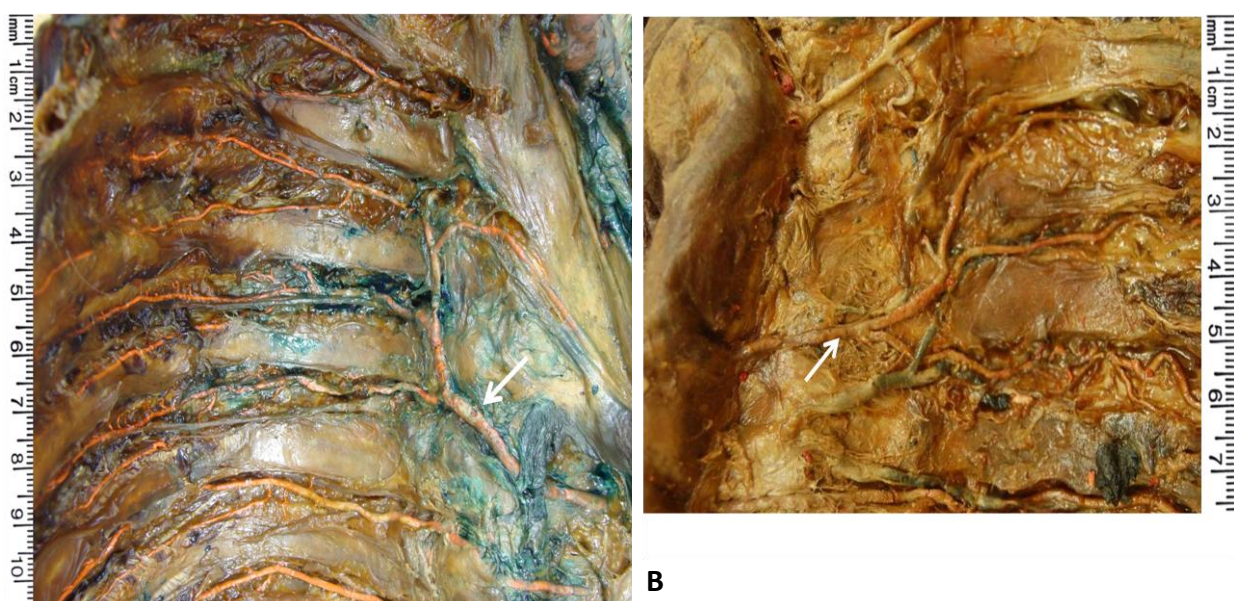
Glede na potek skupnih debel jih je statistično pomembno potekalo več navzgor kot navzdol ( $p<0,001$ ). Vsa ta skupna debela so se od AT odcepila v nivoju nižje ležeče AIP, zato je sosednja višje ležeča arterija, ki je debelo oblikovala, potekala navzgor v pripadajoči SIC (slika 6 ↑). Samo tri skupna debela na levi strani med AIP IV. in AIP V. ter AIP X. in AIP XI. (n=2), so izvirala iz AT v nivoju višje ležeče AIP, zato je sosednja nižje ležeča arterija po odcepi od skupnega debela potekala navzdol v odgovarjajoči SIC (slika 6 ↓, 9C).



**Slika 6: Primerjava števila in poteka skupnih debel AIP iz AT glede na levo in desno stran**

*Več skupnih debel se je statistično značilno pojavilo med AIP II. in AIP III. ter AIP III. in AIP IV. enako na obeh straneh (leva stran  $p=0,001$ , desna stran  $p<0,001$ ). Nobenega skupnega debela ni bilo med AIP VI. - VIII., v nižjih SIC so se skupna debela med AIP IX. in AIP X., AIP X. in AIP XI. ter AIP XI. in AIP XII. občasno pojavila. V SIC, kjer je bilo več skupnih debel, so se le-ta občasno pojavila tudi bilateralno. Pri posamezniku smo v primeru skupnega debela zabeležili koliko jih je potekalo navzgor ali navzdol. Parna primerjava je pokazala, da je statistično pomembno potekalo več skupnih debel navzgor kot navzdol ( $p<0,001$ ). Rezultati so bili analizirani z neparametričnim Wilcoxonovim testom. ↑ potek navzgor, ↓ potek navzdol*

V dveh primerih smo našli skupno deblo, ki so ga oblikovale tri sosednje AIP, na desni strani AIP III., AIP IV., AIP V. (slika 7A, puščica) ter na levi strani AIP IV., AIP V., AIP VI. (slika 7B, puščica). Obe skupni debli sta izvirali iz AT v nivoju najnižje od arterij, ki je oblikovala skupno deblo, AIP V. (slika 7A) oziroma AIP VI. (slika 7B). AIP V. (slika 7A) in AIP VI. (slika 7B) sta se od skupnih debel odcepili prvi, vse ostale arterije, AIP III., AIP IV. (slika 7A) ter AIP IV., AIP V. (slika 7B), pa so potekale navzgor do odgovarjajočih SIC.

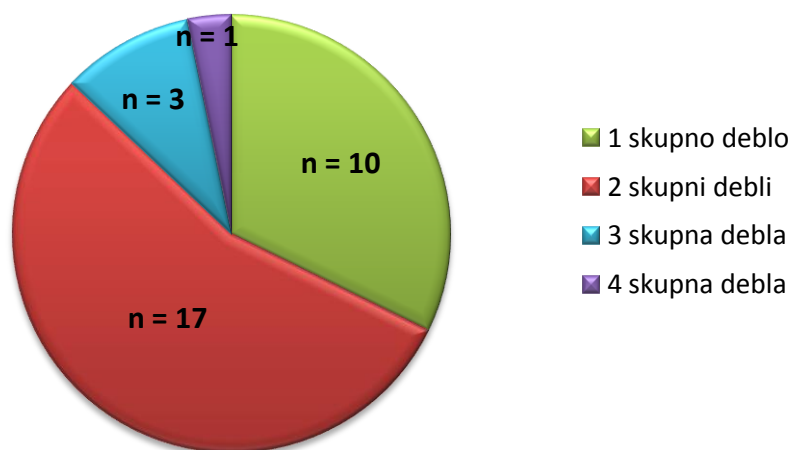


**A**

### **Slika 7: Skupno deblo treh sosednjih AIP iz AT**

*A, desne AIP III., AIP IV., AIP V. so izvirale s skupnim deblom iz AT (puščica). B, leve AIP IV., AIP V., AIP VI. so oblikovale skupno deblo na izvoru iz AT (puščica). Skupno deblo se je odcepilo od AT v nivoju najnižje od arterij, ki ga je oblikovalo, zato sta obe višje ležeči arteriji potekali navzgor do odgovarjajočih SIC.*

Najmanj eno skupno deblo smo našli pri 31 osebkih, vendar je bilo lahko skupnih debel hkrati prisotnih več. Pri istem osebku so se lahko pojavila dva, tri ali štiri multipla skupna debela (slika 8). Največkrat sta bili prisotni dve skupni debli (54,8 %), nato eno skupno deblo (32,3 %), redkeje tri skupna debela (9,7 %), samo v enem primeru (3,2 %) smo pri istem osebku našli štiri skupna debela (slika 9).

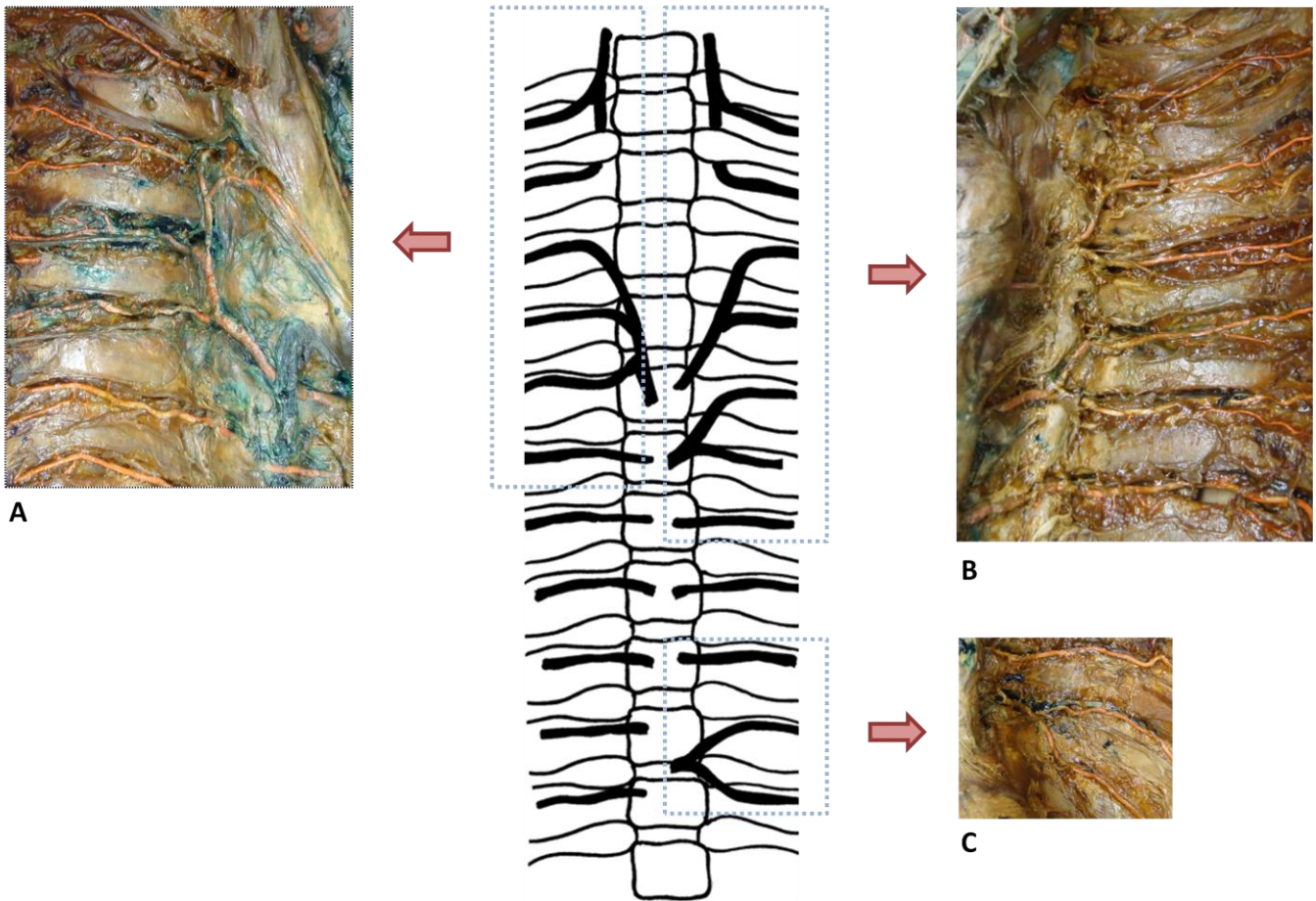


**Slika 8: Število skupnih debel AIP pri istem osebku ne glede na stran**

*Največkrat sta bili pri istem osebku prisotni dve skupni debli, nato eno, zelo redko tri in celo štiri skupna debela.*

Štiri skupna debela, ki so bila hkrati prisotna pri istem osebku so na levi strani oblikovale AIP III. in AIP IV., AIP V. in AIP VI., AIP X. in AIP XI. ter na desni strani AIP III., AIP IV., AIP V. (slika 9). Poleg multiplih debel smo pri posamezniku našli še drugo obliko anatomske posebnosti, in sicer AVT, saj sta po dorzalni strani drugega rebra potekali leva in desna AIP II., ki sta s skupnim deblom z AIP I. izviral iz AS (slika 4 A).

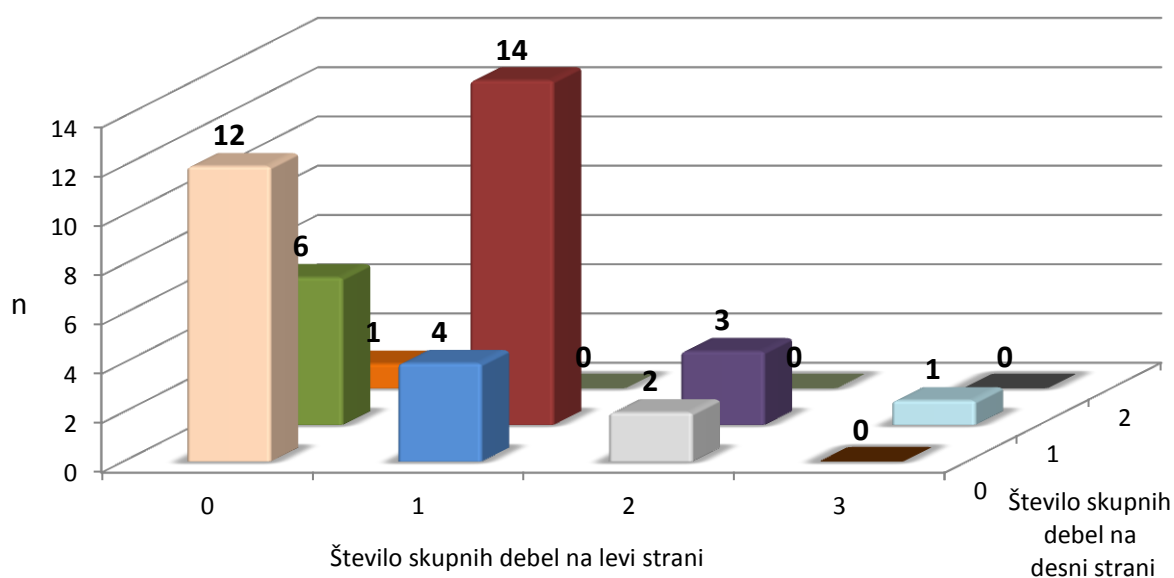




**Slika 9: Štiri multipla skupna debela in bilateralno simetričen dorzalni potek AIP II. pri istem osebk**

*Slika prikazuje primer, ko smo pri istem osebk našli hkrati prisotna štiri skupna debela, eno na desni strani in tri na levi strani in bilateralno simetrično AVT. A, skupno deblo AIP III., AIP IV., AIP V. na desni strani. B, skupni debli AIP III. in AIP IV. ter AIP V. in AIP VI. na levi strani. C, skupno deblo AIP IX. in AIP X. na levi strani. AIP II., ki sta izviralni z AIP I. iz AS, sta potekali po dorzalni strani drugega rebra.*

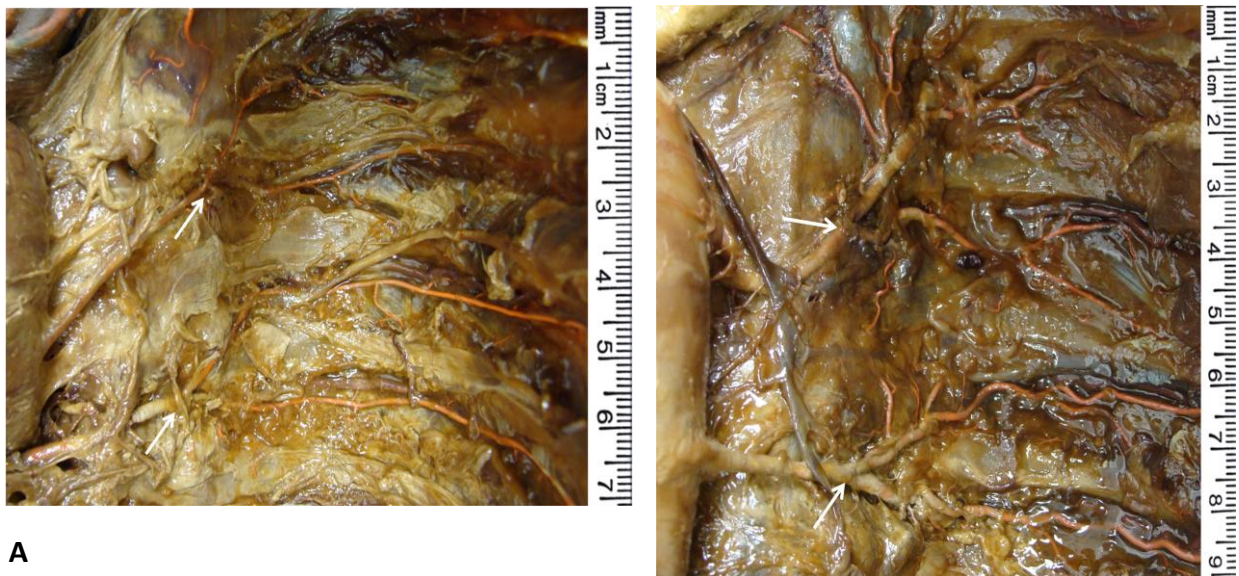
Glede na stran se je 24 skupnih debel pojavilo na levi strani in 25 skupnih debel na desni strani, med njimi je bilo šest primerov, ko se je skupno deblo pojavilo samo na levi strani in sedem primerov, ko se je skupno deblo pojavilo samo na desni strani. 18 primerov je bilo takšnih, kjer so se skupna debela hkrati pojavila tako na levi kot na desni strani. Največkrat smo našli hkrati prisotni dve skupni debli ( $n=14$ ), od tega eno na vsaki strani. Številčno smo našli največ tri skupna debela na levi strani in dve skupni debli na desni strani, ki so bila prisotna pri istem osebkku. Nobenega skupnega debela nismo našli pri 12 osebkih (slika 10).



**Slika 10: Odnosi med številom skupnih debel pri istem osebkku na levi in desni strani**

*Samo na levi strani smo našli hkrati prisotna največ tri skupna debela, na desni strani pa dve skupni debli. Največ primerov je bilo takšnih, ki so imeli po eno skupno deblo na vsaki strani ( $n=14$ ). Skupnih debel nismo našli pri 12 osebkih.*

Izmed vseh najdenih skupnih debel smo našli posebnost, ki se je pojavila izključno na levi strani, in sicer, če sta prvi AIP, ki sta izviralni iz AT, AIP II. in AIP III. (slika 11A) ali AIP III. in AIP IV. (slika 11B), tvorili skupno deblo, sta skupno deblo tvorili tudi naslednji nižje ležeči, AIP IV. in AIP V. (slika 11A) ali AIP V. in AIP VI. (slika 11B). Med AIP II. in AIP III. smo našli sedem skupnih debel in pričakovali smo, da bomo skupno deblo našli tudi med nižje ležečima žilama, AIP III. in AIP IV., kar se je zgodilo samo v enem primeru.  $\chi^2$  test je pokazal, da so naša pričakovanja statistično pomembno odstopala od pričakovanj ( $\chi^2=6,143$ ,  $p=0,013$ ). Med AIP III. in AIP IV. smo našli tudi sedem skupnih debel in pričakovali enako, da bosta prav tako skupno deblo oblikovali pod njima ležeči arteriji, AIP V. in AIP VI. V treh primerih smo našli pričakovani vzorec, kar statistično značilno več ni odstopalo od naših pričakovanj ( $\chi^2=2,730$ ,  $p=0,099$ ). Če smo našli skupno deblo med AIP III. in AIP IV. na levi strani in je to skupno deblo bilo prva AIP, ki izvirala iz AT, je obstajala statistično značilna verjetnost, da sta skupno deblo oblikovali tudi AIP V. in AIP VI.



A

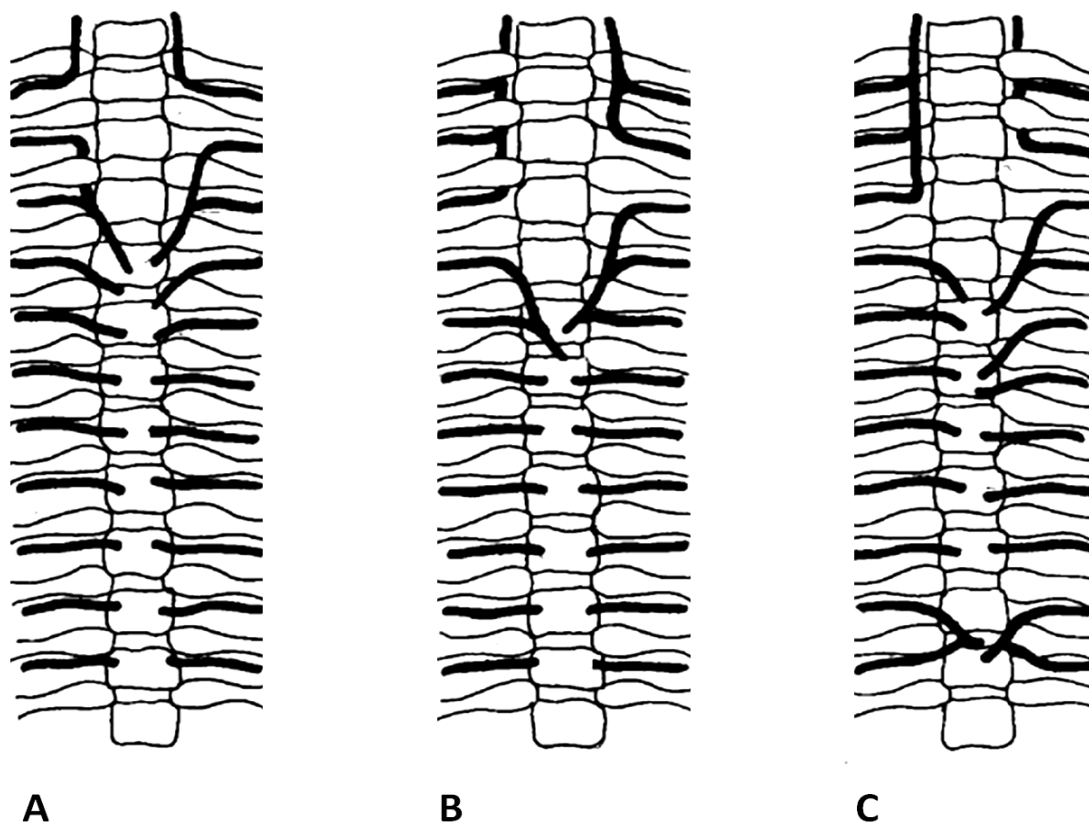
B

**Slika 11: Multipla skupna debbla zaporednih AIP iz AT na levi strani**

*A, skupni debbli AIP III. in AIP IV. ter AIP V. in AIP VI. (puščici) iz AT na levi strani. AIP III. in AIP IV., ki sta oblikovali skupno debblo, sta bili prvi AIP, ki sta izviralali iz AT, AIP I. in II. pa sta bili veji AS. B, skupni debbli AIP II. in AIP III. ter AIP IV. in AIP V. (puščici) iz AT na levi strani. AIP I. je izviralala iz AS, medtem ko sta bili AIP II. in AIP III. s skupnim deblom prvi aortni AIP. Vsa skupna debbla so izviralala iz AT v nivoju nižje od arterij, ki je oblikovala skupno debblo, zato so višje arterije potekale navzgor v svoje SIC.*

#### **4.4 Različne oblike anatomskih posebnosti izvora in poteka zadnjih medrebrnih arterij pri istem osebk**

Pri štirih posameznikih, pri katerih je ena od AIP potekala dorzalno za rebri, smo našli prisotno še druge oblike anatomskih posebnosti izvora, in sicer skupna debla. V enem primeru smo našli eno AVT iz AT in eno skupno deblo AIP iz AT (slika 12 A). V dveh primerih smo pri istem osebk našli eno AVT, ki je izvirala iz AS, obenem pa sta bili prisotni pri prvem osebk še dve skupni debli AIP iz AT (slika 12 B), in pri drugem osebk tri skupna debla AIP iz AT (slika 12 C). Največje število različnih oblik anatomskih posebnosti izvora in poteka AIP pri istem osebk smo našli v enem primeru, ko je imel posameznik dve AVT, ki sta izvirale iz AS, in štiri skupna debla AIP iz AT (slika 9).



**Slika 12: Prisotnost dorzalnega poteka in multiplih skupnih debel AIP pri istem osebkcu**

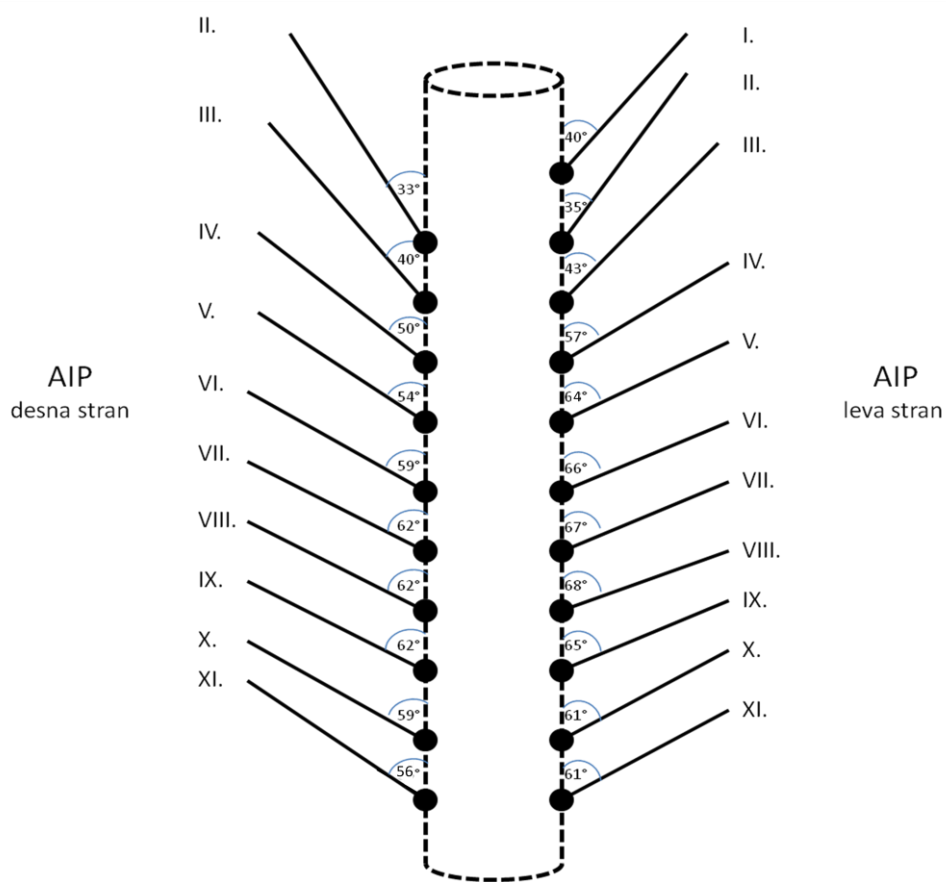
*A, bilateralni skupni debli AIP II. in AIP III. iz AT, desna AIP II. je poteka po dorzalni strani tretjega rebra. B, dorzalni potek AIP I., II., III. iz AS, skupno deblo AIP IV. in AIP V. na desni strani in skupno deblo AIP III., AIP IV., AIP V. na levi strani. C, dorzalni potek AIP I. in AIP II. in skupno deblo AIP III. in AIP IV. na levi strani ter bilateralno skupno deblo med AIP X. in AIP XI.*

## **4.5 Rezultati ostalih meritev zadnjih medrebrnih arterij**

### **4.5.1 Koti zadnjih medrebrnih arterij na izvoru iz prsne aorte**

Poleg anatomskih variacij izvora in poteka AIP smo opravili še druge meritve raziskovanih arterij. Pri arterijah, ki so izvirale iz AT, smo izmerili kot pod katerim se je AIP kot samostojna veja ali v obliki skupnega debla iz dveh oziroma treh sosednjih arterij odcepila od AT. Za določitev kotov je AT predstavljala navpično os, kot  $90^\circ$  pa je pomenil, da je AIP na poteku od izvora iz AT z njo oblikovala pravi kot, in da je bil izvor AIP iz AT v nivoju pripadajočega SIC. Kote smo predstavili s povprečnimi vrednostmi, razen v primerih, kjer je bil pri določeni AIP izmerjen kot edini najden primer.

Pri kotih AIP, ki so kot samostojne veje izvirale iz AT, ni bilo razlik med levo in desno stranjo. AIP I. - III. so se od AT odcepile pod manjšim kotom, njihov izvor je bil nižje od pripadajočega SIC, zato je bil potek teh arterij, da so dosegle svoj SIC, strmejši. Koti arterij od AIP IV. navzdol so postali konstantni, ker so bili izvori arterij v nivoju pripadajočih SIC (slika 13).

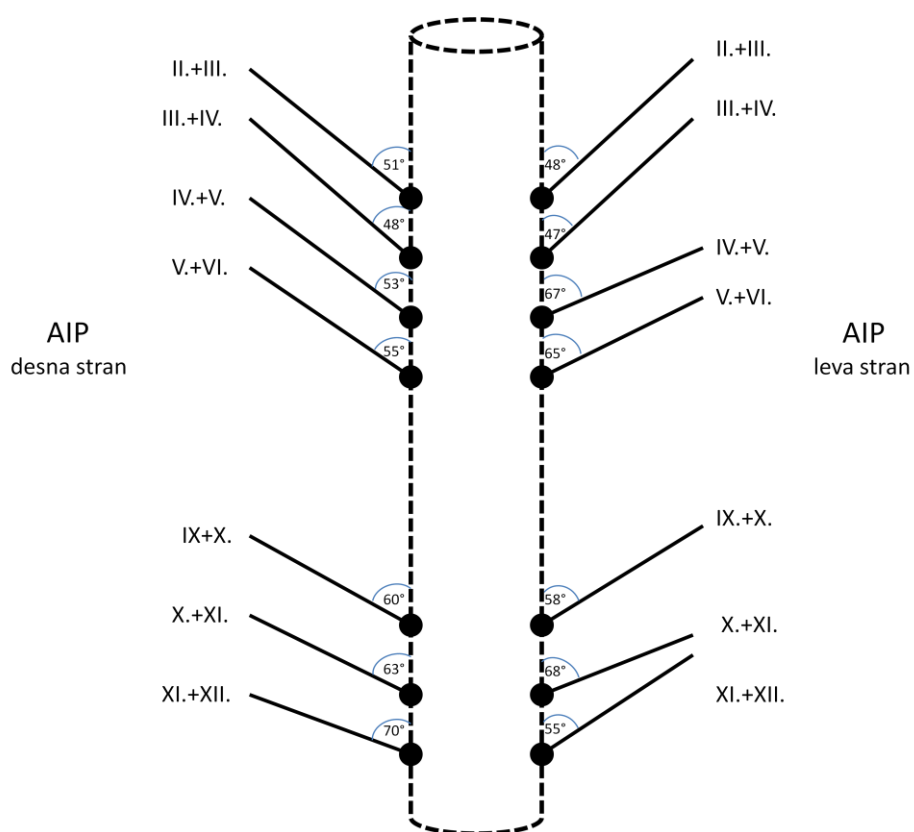


**Slika 13 : Koti samostojnih AIP na izvoru iz AT**

Slika prikazuje kote, ki jih posamezne AIP, ki izvirajo kot samostojne veje iz AT, omejujejo na izvoru. Koti AIP I. - III. so bili manjši, ker je bil izvor arterij pod nivojem njihovih SIC. Od AIP IV. naprej so koti postali konstantni, izvor teh arterij je bil v nivoju pripadajočih SIC. Med levo in desno stranjo v kotih na izvoru samostojnih AIP iz AT ni bilo razlik. Rezultati so podani kot povprečne vrednosti, razen pri AIP I., ki je bila samo v enem primeru veja AT.



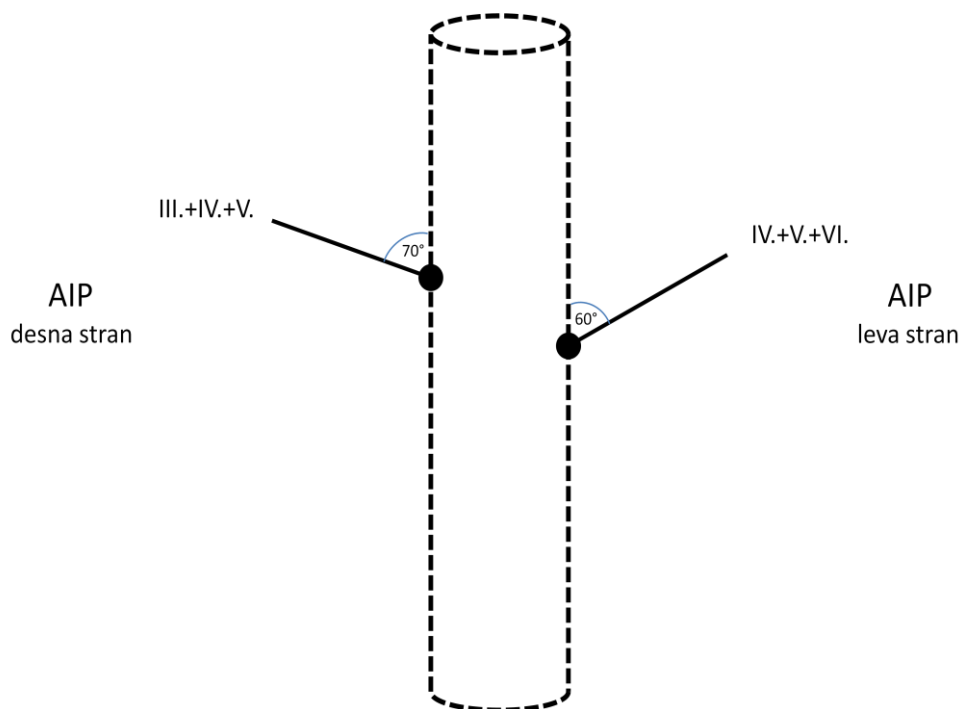
Koti AIP, ki so na izvoru s sosednjimi arterijami oblikovale skupna debla, se med stranema niso razlikovali. V kotih med skupnimi debli AIP II. - XI. ni bilo razlik (slika 14).



**Slika 14: Koti skupnih debel iz dveh AIP na izvoru iz AT**

*Slika prikazuje kote, ki so jih skupna debla dveh sosednjih AIP omejevala na izvoru z AT. Med stranema, kot tudi med skupnimi debli, v kotih ni bilo razlik. Rezultati so podani kot povprečne vrednosti, razen pri skupnih deblih med desnima AIP V. in AIP VI. ter AIP XI. in AIP XII. na obeh straneh, ker je šlo za posamezne primere.*

Med vsemi skupnimi debli smo našli dva primera, ko so skupno deblo oblikovale tri sosednje AIP, eno na levi in drugo na desni strani. Ker sta obe skupni debli nastali približno v enakem nivoju, med njima v kotih na izvoru iz AT ni bilo večjih razlik (slika 15).



**Slika 15: Koti skupnih debel iz treh AIP na izvoru iz AT**

*Slika prikazuje kota, ki sta jih skupni debli treh sosednjih AIP omejevali na izvoru z AT.*

#### 4.5.2 Premeri zadnjih medrebrnih arterij na izvoru iz prsne aorte, po odcepitvi od skupnega debla in v nivoju rebrnega kota ter količniki med premeri

Pri AIP, ki so izvirale iz AT kot samostojne veje, smo izmerili premer arterij na izvoru ( $\Phi 1$ ) in v nivoju AC ( $\Phi 2$ ). Med stranema ni bilo razlik v premerih arterij na izvoru in v nivoju AC.  $\Phi 1$  in  $\Phi 2$  sta se od AIP I. do AIP XI. postopoma povečevala, medtem, ko se je količnik med njima ( $\Phi 1/\Phi 2$ ) zmanjševal zaradi manjše razlike med njima na račun povečanja  $\Phi 2$  glede na  $\Phi 1$ . Količnik med premerom na izvoru in premerom v nivoju AC je pokazal, koliko se je premer arterije na tej dolžini zmanjšal. Premere smo predstavili kot povprečne vrednosti  $\pm$  SD, razen pri levi AIP I., ker je bila samo enkrat veja AT. Za izračun količnikov smo vzeli povprečne vrednosti premerov, razen pri AIP I. (tabela 1).

**Tabela 1: Premeri in količniki samostojnih AIP I. - XI. na izvoru iz AT in v nivoju AC**

AIP	Premeri in količniki desna stran [mm] $\pm$ SD			Premeri in količniki leva stran [mm] $\pm$ SD		
	$\Phi 1$	$\Phi 2$	$\Phi 1/\Phi 2$	$\Phi 1$	$\Phi 2$	$\Phi 1/\Phi 2$
I.	/	/	/	2,3	0,9	2,5
II.	2,0 $\pm$ 0,8	1,1 $\pm$ 0,2	1,8	1,4 $\pm$ 0,5	0,9 $\pm$ 0,2	1,5
III.	1,8 $\pm$ 0,5	1,2 $\pm$ 0,3	1,5	1,8 $\pm$ 0,4	1,1 $\pm$ 0,2	1,6
IV.	1,7 $\pm$ 0,3	1,3 $\pm$ 0,3	1,3	1,8 $\pm$ 0,4	1,2 $\pm$ 0,2	1,5
V.	1,8 $\pm$ 0,4	1,4 $\pm$ 0,3	1,3	1,9 $\pm$ 0,4	1,4 $\pm$ 0,3	1,4
VI.	1,9 $\pm$ 0,4	1,4 $\pm$ 0,3	1,4	1,8 $\pm$ 0,4	1,4 $\pm$ 0,3	1,3
VII.	1,9 $\pm$ 0,4	1,6 $\pm$ 0,3	1,2	2,0 $\pm$ 0,4	1,6 $\pm$ 0,3	1,3
VIII.	2,0 $\pm$ 0,4	1,7 $\pm$ 0,2	1,2	2,0 $\pm$ 0,4	1,7 $\pm$ 0,3	1,2
IX.	2,2 $\pm$ 0,4	2,0 $\pm$ 0,4	1,1	2,3 $\pm$ 0,4	1,9 $\pm$ 0,4	1,2
X.	2,3 $\pm$ 0,5	2,0 $\pm$ 0,3	1,2	2,4 $\pm$ 0,4	2,0 $\pm$ 0,3	1,2
XI.	2,3 $\pm$ 0,4	2,0 $\pm$ 0,4	1,2	2,4 $\pm$ 0,4	2,0 $\pm$ 0,3	1,2

$\Phi 1$  = premer AIP na izvoru iz AT  
 $\Phi 2$  = premer AIP v nivoju AC

Pri skupnih deblih smo izmerili premer skupnega debela na izvoru iz AT ( $\Phi 1ab$ ), premer posamezne arterije po odcepitvi od skupnega debela ( $\Phi 1a$ ,  $\Phi 1b$ ) ter premer vsake od arterij na nivoju AC ( $\Phi 2a$ ,  $\Phi 2b$ ).  $\Phi 1a$  in  $\Phi 2a$  sta bila premera višje arterije, ki je oblikovala skupno deblo,  $\Phi 1b$  in  $\Phi 2b$  sta bila premera nižje arterije. Premeri skupnih debel na izvoru so se od skupnega debela AIP II. in AIP III. do skupnega debela AIP X. in AIP XI., kjer je bil premer največji, postopoma povečevali na obeh straneh. Enako je bilo tudi pri premerih posameznih arterij po odcepitvi od skupnega debela in v nivoju AC. Izjemo sta predstavljali skupni debli AIP XI. in AIP XII. na obeh strani, ki sta imeli premer skupnega debela na izvoru manjši od predhodnega skupnega debela, in je bil približno enak premerom skupnih debel AIP srednjih SIC. Premeri arterij so predstavljeni kot povprečne vrednosti  $\pm$  SD, razen ko je bilo določeno skupno deblo edini najden primer (tabela 2A, B). Premerov AIP XII. nismo določili.

**Tabela 2: Premeri skupnih debel iz dveh sosednjih AIP na izvoru iz AT in njihovih vej po odcepitvi od skupnega debela in v nivoju AC**

AIP	Premeri - desna stran [mm] $\pm$ SD				
	$\Phi 1ab$	$\Phi 1a$	$\Phi 1b$	$\Phi 2a$	$\Phi 2b$
II.+III.	2,1 $\pm$ 0,4	1,6 $\pm$ 0,3	1,6 $\pm$ 0,3	1,0 $\pm$ 0,3	1,2 $\pm$ 0,1
III.+IV.	2,3 $\pm$ 0,3	2,0 $\pm$ 0,3	1,8 $\pm$ 0,3	1,2 $\pm$ 0,2	1,2 $\pm$ 0,3
IV.+V.	2,4 $\pm$ 0,4	2,0 $\pm$ 0,3	1,9 $\pm$ 0,3	1,3 $\pm$ 0,3	1,4 $\pm$ 0,3
V.+VI.	2,5	1,5	1,8	1,4	1,4
IX.+X.	2,7 $\pm$ 0,4	2,5 $\pm$ 0,5	2,4 $\pm$ 0,8	2,0 $\pm$ 0,1	2,1 $\pm$ 0,7
X.+XI.	3,0 $\pm$ 0,3	1,9 $\pm$ 0,1	2,1 $\pm$ 0,1	1,9 $\pm$ 0,2	2,0 $\pm$ 0,1
XI.+XII.	2,6	2,2	/	1,4	/

## A

$\Phi 1ab$  = premer skupnega debela na izvoru iz AT  
 $\Phi 1a$ ,  $\Phi 1b$  = premera AIP po odcepitvi od skupnega debela  
 $\Phi 2a$ ,  $\Phi 2b$  = premera AIP v nivoju AC

AIP	Premeri - leva stran [mm] ± SD				
	Φ1ab	Φ1a	Φ1b	Φ2a	Φ2b
II.+III.	1,9 ± 0,6	1,8 ± 0,6	1,7 ± 0,4	0,7 ± 0,2	1,0 ± 0,3
III.+IV.	2,0 ± 0,5	1,7 ± 0,4	1,7 ± 0,4	1,0 ± 0,2	1,1 ± 0,3
IV.+V.	2,3 ± 0,4	1,8 ± 0,4	1,8 ± 0,5	1,0 ± 0,2	1,3 ± 0,3
V.+VI.	2,2 ± 0,3	1,9 ± 0,1	1,9 ± 0,2	1,3 ± 0,2	1,4 ± 0,2
IX.+X.	2,3 ± 0,3	2,2 ± 0,5	2,2 ± 0,2	2,0 ± 0,3	1,9 ± 0,2
X.+XI.	2,8 ± 0,5	2,0 ± 0,4	2,3 ± 0,6	1,6 ± 0,4	1,9 ± 0,5
XI.+XII.	2,2	2,0	/	2,2	/

## B

$\Phi$  1ab = premer skupnega debela AIP na izvoru iz AT  
 $\Phi$ 1a,  $\Phi$ 1b = premera AIP po odcepitvi od skupnega debela  
 $\Phi$ 2a,  $\Phi$ 2b = premera AIP v nivoju AC

Pri skupnih debelih smo izračunali količnike med premerom skupnih debel na izvoru iz AT in premerom arterij po odcepitvi od skupnega debela ( $\Phi$ 1ab/ $\Phi$ 1a,  $\Phi$ 1ab/ $\Phi$ 1b), količnike med premerom arterije po odcepitvi od skupnega debela in premerom arterije v nivoju AC ( $\Phi$ 1a/ $\Phi$ 2a,  $\Phi$ 1b/ $\Phi$ 2b) ter količnike med premerom skupnega debela in premerom arterije v nivoju AC ( $\Phi$ 1ab/ $\Phi$ 2a,  $\Phi$ 1ab/ $\Phi$ 2b). Med  $\Phi$ 1ab/ $\Phi$ 1a,  $\Phi$ 1ab/ $\Phi$ 1b in  $\Phi$ 1a/ $\Phi$ 2a,  $\Phi$ 1b/ $\Phi$ 2b ni bilo večjih odstopanj med stranema in med posameznimi skupnimi debeli. Pri določenemu skupnemu debelu so bili količniki  $\Phi$ 1ab/ $\Phi$ 1a in  $\Phi$ 1ab/ $\Phi$ 1b ter  $\Phi$ 1ab/ $\Phi$ 2a,  $\Phi$ 1ab/ $\Phi$ 2b medsebojno primerljivi, kar pomeni, da se premera AIP, ki sta oblikovali skupno deblo, na izvoru, po odcepitvi od debela in v nivoju AC nista razlikovala. Količniki med  $\Phi$ 1a/ $\Phi$ 2a in  $\Phi$ 1b/ $\Phi$ 2b skupnih debel iz dveh sosednjih arterij so bili podobni količnikom  $\Phi$ 1/ $\Phi$ 2 AIP, ki so izvirale iz AT kot samostojne veje. Količnike med premeri smo izračunali iz povprečnih vrednosti premerov (tabela 3A, B). Količnikov  $\Phi$ 1ab/ $\Phi$ 1b,  $\Phi$ 1b/ $\Phi$ 2b in  $\Phi$ 1ab/ $\Phi$ 2b za AIP XII. nismo določili.

**Tabela 3: Količniki med premeri skupnih debel dveh sosednjih AIP na izvoru iz AT in njihovih vej po odcepitvi od skupnega debla in v nivoju AC**

AIP desna stran	Količniki med premeri					
	$\Phi 1ab/\Phi 1a$	$\Phi 1ab/\Phi 1b$	$\Phi 1a/\Phi 2a$	$\Phi 1b/\Phi 2b$	$\Phi 1ab/\Phi 2a$	$1ab/\Phi 2b$
II+III.	1,3	1,3	1,6	1,3	2,1	1,8
III.+IV.	1,2	1,3	1,7	1,5	1,9	1,9
IV.+V.	1,2	1,3	1,5	1,4	1,9	1,7
V.+VI.	1,7	1,4	1,1	1,3	1,8	1,8
IX.+X.	1,1	1,1	1,3	1,1	1,4	1,3
X.+XI.	1,6	1,4	1,0	1,1	1,6	1,5
XI.+XII.	1,2	/	1,6	/	1,9	/

**A**

AIP leva stran	Količniki med premeri					
	$\Phi 1ab/\Phi 1a$	$\Phi 1ab/\Phi 1b$	$\Phi 1a/\Phi 2a$	$\Phi 1b/\Phi 2b$	$\Phi 1ab/\Phi 2a$	$1ab/\Phi 2b$
II+III.	1,1	1,1	2,6	1,7	2,7	1,9
III.+IV.	1,2	1,2	1,7	1,5	2,0	1,8
IV.+V.	1,3	1,3	1,8	1,4	2,3	1,8
V.+VI.	1,2	1,2	1,5	1,4	1,7	1,6
IX.+X.	1,0	1,0	1,1	1,2	1,2	1,2
X.+XI.	1,4	1,2	1,3	1,2	1,8	1,5
XI.+XII.	1,1	/	1,6	/	1,0	/

**B**

Pri skupnih deblih, ki so jih oblikovale tri sosednje AIP, smo izmerili premer skupnega debla na izvoru iz AT ( $\Phi 1abc$ ), premer arterij po odcepitvi od skupnega debla ( $\Phi 1a$ ,  $\Phi 1b$ ,  $\Phi 1c$ ) in premer arterij v nivoju AC ( $\Phi 2a$ ,  $\Phi 2b$ ,  $\Phi 2c$ ).  $\Phi 1a$  je bil premer najvišje arterije,  $\Phi 1b$  je bil premer srednje arterije in  $\Phi 1c$  je bil premer najnižje arterije, ki je oblikovala skupno deblo. Najvišja od treh arterij je imela po odcepitvi od skupnega debla največji premer, premer najnižje arterije pa je bil največji v nivoju AC (tabela 4).  $\Phi 1abc$  je bil v primerjavi s  $\Phi 1ab$  (od AIP III. do AIP VI.) na izvoru iz AT večji in je ustrezal  $\Phi 1ab$  med AIP IX. in AIP X. ter AIP XI. in AIP XII.

**Tabela 4: Premeri skupnih debel iz treh sosednjih AIP na izvoru iz AT in njihovih vej po odcepitvi od skupnega debla in v nivoju AC**

AIP	Premeri [cm]						
	$\Phi 1abc$	$\Phi 1a$	$\Phi 1b$	$\Phi 1c$	$\Phi 2a$	$\Phi 2b$	$\Phi 2c$
<b>D III.+IV.+V.</b>	2,9	2,5	1,5	1,7	1,1	1,1	1,3
<b>L IV.+V.+VI.</b>	2,6	2,4	2,2	1,9	1,6	1,6	1,9

*D = desna stran*

*L = leva stran*

*$\Phi 1abc$  = premer skupnega debla AIP na izvoru iz AT*

*$\Phi 1a, \Phi 1b, \Phi 1c$  = premeri AIP po odcepitvi od skupnega debla*

*$\Phi 2a, \Phi 2b, \Phi 2c$  = premeri AIP v nivoju AC*

Količniki med premeri skupnih debel iz treh sosednjih AIP in njihovih vej po odcepitvi od skupnega debla ( $\Phi 1abc/\Phi 1a$ ,  $\Phi 1abc/\Phi 1b$ ,  $\Phi 1abc/\Phi 1c$ ) ter v nivoju AC ( $\Phi 1a/\Phi 2a$ ,  $\Phi 1b/\Phi 2b$ ,  $\Phi 1c/\Phi 2c$ ) se bistveno niso razlikovali med skupnima debloma (tabela 5). Bistvena razlika v količnikih med najdenima skupnima debloma je bila v količnikih med premerom skupnega debla in premerom vsake arterije v nivoju AC ( $\Phi 1abc/\Phi 2a$ ,  $\Phi 1abc/\Phi 2b$ ,  $\Phi 1abc/\Phi 2c$ ). Količniki  $\Phi 1abc/\Phi 1a$ ,  $\Phi 1abc/\Phi 1b$ ,  $\Phi 1abc/\Phi 1c$  in  $\Phi 1a/\Phi 2a$ ,  $\Phi 1b/\Phi 2b$ ,  $\Phi 1c/\Phi 2c$  ter  $\Phi 1abc/\Phi 2a$ ,  $\Phi 1abc/\Phi 2b$ ,  $\Phi 1abc/\Phi 2c$  so bili približno enakih velikosti kot količniki  $\Phi 1ab/\Phi 1a$ ,  $\Phi 1ab/\Phi 1b$  in  $\Phi 1a/\Phi 2a$ ,  $\Phi 1b/\Phi 2b$  ter  $\Phi 1ab/\Phi 2a$ ,  $\Phi 1ab/\Phi 2b$  skupnih debel, ki sta jih oblikovali v istih SIC dve sosednji AIP. Ne glede na obliko izvora AIP iz AT, se je premer od izvora oziroma od odcepitve od skupnega debla do nivoja AC približno enako zmanjšal pri vseh AIP.

**Tabela 5: Količniki med premerom skupnega debla iz treh sosednjih AIP na izvoru iz AT in njegovih vej po odcepitvi od skupnega debla in v nivoju AC**

AIP	Količniki med premeri								
	$\Phi_{1abc}/\Phi_{1a}$	$\Phi_{1abc}/\Phi_{1b}$	$\Phi_{1abc}/\Phi_{1c}$	$\Phi_{1a}/\Phi_{2a}$	$\Phi_{1b}/\Phi_{2b}$	$\Phi_{1c}/\Phi_{2c}$	$\Phi_{1abc}/\Phi_{2a}$	$\Phi_{1abc}/\Phi_{2b}$	$\Phi_{1abc}/\Phi_{2c}$
III.+IV.+V. D	1,2	1,9	1,7	2,3	1,4	1,3	2,6	2,6	2,2
IV.+V.+VI. L	1,1	1,2	1,4	1,5	1,4	1,0	1,6	1,6	1,4

*D = desna stran*

*L = leva stran*



### 4.5.3 Dolžine medrebrnih arterij od izvora iz prsne aorte do nivoja rebrnega kota

Pri AIP, ki so izvirale iz AT, smo izmerili dolžino arterije od izvora do AC, ki nam je kasneje služila za razdelitev posamezne AIP na dva segmenta. Dolžina desnih AIP do AC je bila v povprečju daljša za približno 2,1 cm. Na obeh straneh se je dolžina AIP I. - VI. do AC zmanjševala, nato pa se spet postopoma povečevala ali malenkostno nihala do AIP XI. Najdaljšo dolžino do AC je imela AIP II. na obeh straneh, zaradi večje razlike med nivojem izvora iz AT in nivojem odgovarjajočega SIC. Najkrajšo dolžino do AC je imela na obeh straneh AIP VI., saj je bil njen izvor iz AT skoraj v istem nivoju kot njen SIC. Dolžine do AC so se od AIP VI. naprej povečevale, kajti pot od izvora do AC je bila zaradi različnih nivojev izvora AIP in pripadajočega SIC spet daljša. Dolžine do AC so predstavljene kot povprečne vrednosti  $\pm$  SD, razen pri AIP I. na levi strani, ker smo našli samo en primer (tabela 6).

**Tabela 6: Dolžina AIP I. - XI. od izvora iz AT do AC**

AIP	Dolžina do AC leva stran [cm] $\pm$ SD	Dolžina do AC desna stran [cm] $\pm$ SD
I.	9,5	
II.	10,8 $\pm$ 1,2	12,3 $\pm$ 1,5
III.	9,8 $\pm$ 1,4	12,2 $\pm$ 1,4
IV.	9,5 $\pm$ 1,0	11,9 $\pm$ 1,4
V.	9,4 $\pm$ 1,2	11,7 $\pm$ 1,3
VI.	9,4 $\pm$ 1,2	11,6 $\pm$ 1,2
VII.	9,5 $\pm$ 1,2	11,7 $\pm$ 1,3
VIII.	9,7 $\pm$ 1,1	12,0 $\pm$ 1,3
IX.	9,8 $\pm$ 1,2	11,9 $\pm$ 1,1
X.	9,9 $\pm$ 1,2	11,9 $\pm$ 1,2
XI.	10,1 $\pm$ 1,2	11,8 $\pm$ 1,2

#### 4.5.4 Širine medrebrnih prostorov

Poleg vseh meritev smo pri AIP iz AT izmerili še širino SIC na dveh mestih, v nivoju AC (a) in v nivoju LAP (b). Širine SIC so bile večje v nivoju LAP kot v nivoju AC na obeh straneh. Širine SIC so predstavljene kot povprečne vrednosti  $\pm$  SD, razen pri AIP I. na levi strani, saj smo našli edini primer izvora iz AT. Širine SIC so se na obeh straneh prsnega koša in na obeh nivojih merjenja od AIP I. do AIP VI. zmanjševale, nato so se je širine SIC od AIP VI. do AIP XI. povečevale (tabela 7).

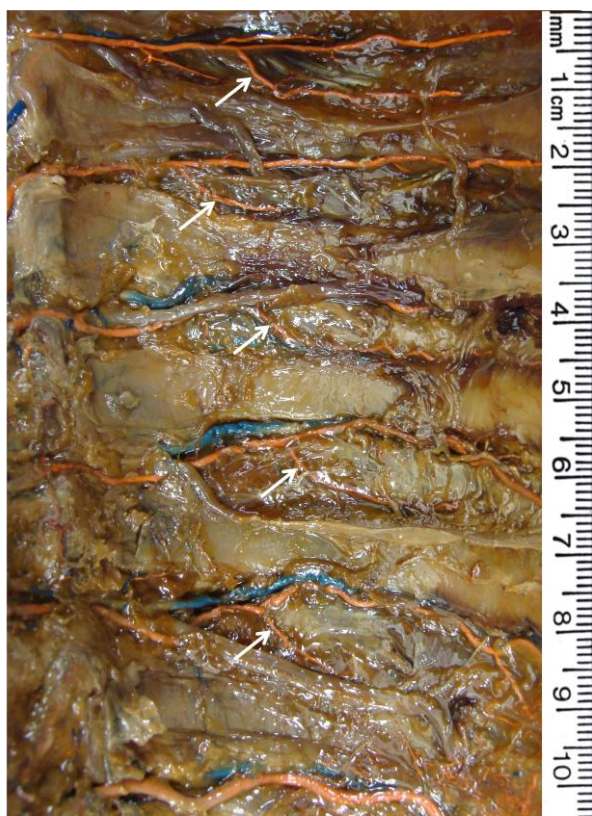
**Tabela 7: Širina SIC I. - XI. v nivoju AC in LAP**

SIC	Širina SIC leva stran [cm] $\pm$ SD		Širina SIC desna stran [cm] $\pm$ SD	
	a	b	a	b
I.	1,31	1,37	/	/
II.	1,34 $\pm$ 0,29	1,66 $\pm$ 0,61	1,39 $\pm$ 0,22	1,62 $\pm$ 0,35
III.	1,22 $\pm$ 0,29	1,28 $\pm$ 0,38	1,22 $\pm$ 0,23	1,49 $\pm$ 0,32
IV.	1,13 $\pm$ 0,22	1,18 $\pm$ 0,34	1,19 $\pm$ 0,19	1,32 $\pm$ 0,28
V.	1,14 $\pm$ 0,24	1,23 $\pm$ 0,23	1,11 $\pm$ 0,23	1,27 $\pm$ 0,25
VI.	1,13 $\pm$ 0,24	1,23 $\pm$ 0,26	1,13 $\pm$ 0,19	1,28 $\pm$ 0,25
VII.	1,22 $\pm$ 0,23	1,34 $\pm$ 0,29	1,18 $\pm$ 0,22	1,36 $\pm$ 0,27
VIII.	1,27 $\pm$ 0,30	1,58 $\pm$ 0,34	1,41 $\pm$ 0,24	1,61 $\pm$ 0,35
IX.	1,31 $\pm$ 0,25	1,89 $\pm$ 0,41	1,44 $\pm$ 0,31	2,04 $\pm$ 0,37
X.	1,68 $\pm$ 0,46	2,12 $\pm$ 0,49	1,80 $\pm$ 0,38	2,37 $\pm$ 0,43
XI.	2,20 $\pm$ 0,57	/	2,24 $\pm$ 0,45	/

a = širina SIC v nivoju AC  
b = širina SIC v nivoju LAP

## 4.6 Kolateralne veje zadnjih medrebrnih arterij in njihove anastomoze

Pri AIP, ki so izvirale iz AT, smo določili število in lokacijo kolateralnih medrebrnih vej (slika 16, puščice) glede na levo in desno stran ter segment 1 in 2. Segment 1 je predstavljal del arterije od izvora do nivoja AC, segment 2 pa del arterije od AC do nivoja LAM. Pri kolateralnih vejah smo določili tudi koliko od njih je medsebojno anastomoziralo s kolateralnimi vejami sosednjih AIP ali z AIP, ki so bile veje AS.



**Slika 16: Kolateralne medrebrne veje AIP**

*S puščicami so označene kolateralne medrebrne veje levih AIP III. - VII.*

Pri vsaki kolateralni veji, ki jo je AIP oddala smo izmerili dolžino od izvora iz AT na kateri se je kolateralna veja odcepila. Na desni strani je bil pri AIP II. - VIII. in pri AIP XI. največji delež kolateralnih vej, ki so se odcepile na razdalji >10-15 cm. Delež levih kolateralnih vej, ki so se odcepile na razdalji >5-10 cm, je bil največji pri AIP zgornjih SIC, pri AIP nižjih SIC pa se je začel povečevati delež kolateralnih vej, ki so se odcepile na razdalji >10-15 cm in >15-20 cm. Pri desnih AIP IX. so se deleži med kolateralnimi vejami, ki so jih oddale AIP na razdalji >5-10 cm, >10-15 cm, >15-20 cm ter pri AIP X. poleg prej omenjenih še na razdalji >20-25 cm izenačili. Večina AIP na obeh straneh ni oddala nobene kolateralne veje na razdalji 0-5 cm, zelo redke so bile tudi veje na razdalji >25-30 cm. Na obeh straneh se je od AIP I. do AIP XI. povečeval delež tistih kolateralnih vej, ki so jih oddale arterije na večji oddaljenosti od izvora (slika 17).

**Slika 17 (naslednja stran): Delež kolateralnih medrebrnih vej AIP I. - XI. glede na dolžino od izvora iz AT na levi in desni strani**

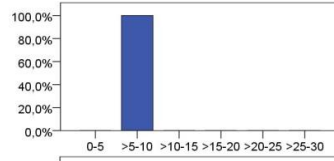
*Delež kolateralnih medrebrnih vej AIP I. - VIII. je bil največji pri desnih arterijah na razdalji >10-15 cm, pri levih arterijah na razdalji >5-10 cm. Pri AIP IX. sta bila deleža kolateralnih vej na levi strani približno enaka med razdaljama >5-10 cm in >15-20 cm, na desni strani med razdaljami >5-10 cm, >10-15 cm in >15-20 cm. Delež kolateralnih vej je bil na obeh straneh pri AIP X. in AIP XI. največji na razdalji >10-15 cm. Na obeh straneh se je od AIP I. do AIP XI. povečeval delež kolateralnih vej, ki so se od AIP odcepile na večji razdalji.*

**AIP**

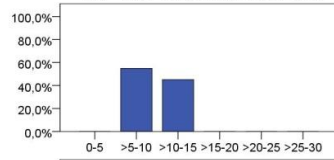
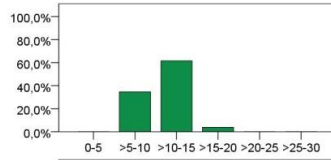
**Desna stran**

**Leva stran**

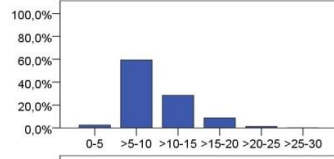
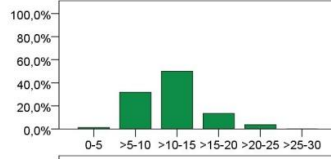
**I.**



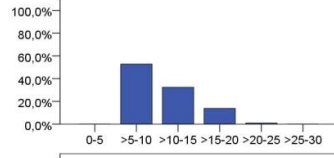
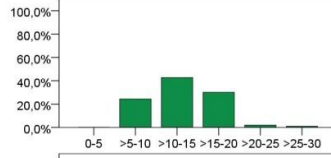
**II.**



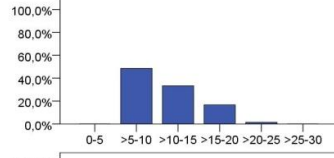
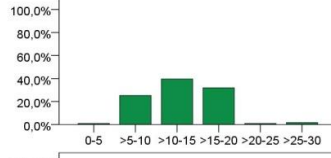
**III.**



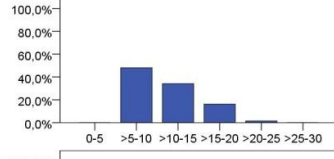
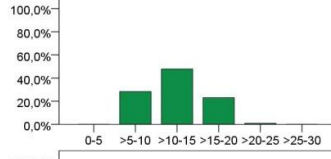
**IV.**



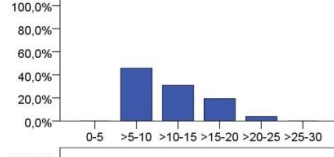
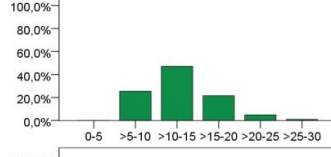
**V.**



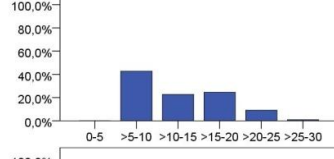
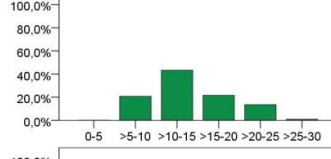
**VI.**



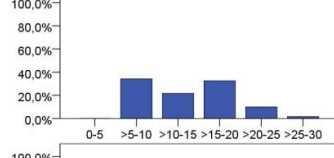
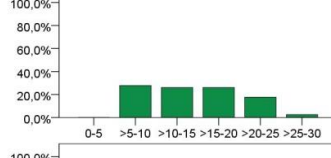
**VII.**



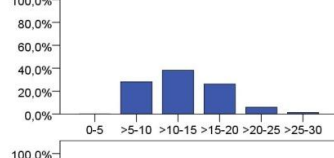
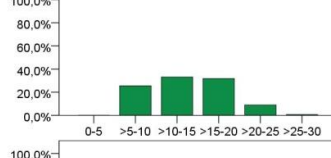
**VIII.**



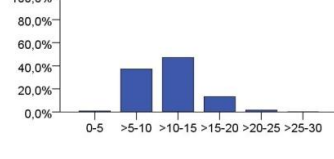
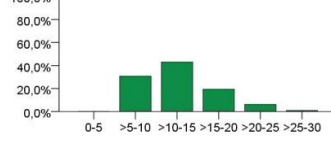
**IX.**



**X.**



**XI.**



Število kolateralnih vej se je glede na segment 1 in 2 razlikovalo po žilah ( $\chi^2=62,562$ ,  $p<0,001$ ). Do AIP III. je bilo najdenih več kolateralnih vej v segmentu 1, od AIP IV. naprej pa je bilo število kolateralnih vej večje v segmentu 2 (tabela 8).

**Tabela 8: Število in delež kolateralnih vej AIP I. - XI. glede na segment 1 in 2**

AIP		SEGMENT		SKUPAJ
		1	2	
I.	n	1	0	1
	% žila I.	100,0%	0,0%	100,0%
	% segment	0,1%	0,0%	0,0%
II.	n	39	18	57
	% žila II.	68,4%	31,6%	100,0%
	% segment	4,2%	1,5%	2,7%
III.	n	95	68	163
	% žila III.	58,3%	41,7%	100,0%
	% segment	10,2%	5,6%	7,6%
IV.	n	99	112	211
	% žila IV.	46,9%	53,1%	100,0%
	% segment	10,7%	9,2%	9,8%
V.	n	112	145	257
	% žila V.	43,6%	56,4%	100,0%
	% segment	12,1%	11,9%	12,0%
VI.	n	112	130	242
	% žila VI.	46,3%	53,7%	100,0%
	% segment	12,1%	10,6%	11,3%
VII.	n	102	129	231
	% žila VII.	44,2%	55,8%	100,0%
	% segment	11,0%	10,5%	10,7%
VIII.	n	97	124	221
	% žila VIII.	43,9%	56,1%	100,0%
	% segment	10,5%	10,1%	10,3%
IX.	n	87	152	239
	% žila IX.	36,4%	63,6%	100,0%
	% segment	9,4%	12,4%	11,1%
X.	n	85	209	294
	% žila X.	28,9%	71,1%	100,0%
	% segment	9,2%	17,1%	13,7%
XI.	n	99	136	235
	% žila XI.	42,1%	57,9%	100,0%
	% segment	10,7%	11,1%	10,9%
SKUPAJ	n	928	1223	2151
	% žila I.-XI.	43,1%	56,9%	100,0%
	% segment	100,0%	100,0%	100,0%

V številu kolateralnih vej ni bilo razlik med stranema, ker je bilo njihovo število približno enako na levi in desni strani, odstotki so se zmeraj gibali med 45 % in 55 % ( $X^2=4,257$ ,  $p=0,935$ ) (tabela 9).

**Tabela 9: Število in delež kolateralnih vej AIP I. - XI. glede na levo in desno stran**

AIP		STRAN		SKUPAJ
		leva	desna	
I.	n	1	0	1
	% žila I.	100,0%	0,0%	100,0%
	% stran	0,1%	0,0%	0,0%
II.	n	31	26	57
	% žila II.	54,4%	45,6%	100,0%
	% stran	2,8%	2,5%	2,7%
III.	n	81	82	163
	% žila III.	49,7%	50,3%	100,0%
	% stran	7,3%	7,9%	7,6%
IV.	n	108	103	211
	% žila IV.	51,2%	48,8%	100,0%
	% stran	9,7%	10,0%	9,8%
V.	n	138	119	257
	% žila V.	53,7%	46,3%	100,0%
	% stran	12,4%	11,5%	12,0%
VI.	n	129	113	242
	% žila VI.	53,3%	46,7%	100,0%
	% stran	11,5%	10,9%	11,2%
VII.	n	129	102	231
	% žila VII.	55,8%	44,2%	100,0%
	% stran	11,5%	9,9%	10,7%
VIII.	n	110	111	221
	% žila VIII.	49,8%	50,2%	100,0%
	% stran	9,8%	10,7%	10,3%
IX.	n	120	119	239
	% žila IX.	50,2%	49,8%	100,0%
	% stran	10,7%	11,5%	11,1%
X.	n	149	145	294
	% žila X.	50,7%	49,3%	100,0%
	% stran	13,3%	14,0%	13,7%
XI.	n	121	114	235
	% žila XI.	51,5%	48,5%	100,0%
	% stran	10,8%	11,0%	10,9%
SKUPAJ	n	1117	1034	2151
	% žila I.-XI.	51,9%	48,1%	100,0%
	% stran	100,0%	100,0%	100,0%

Kolateralne veje, ki so jih oddale AIP VI., AIP VII., AIP VIII., smo primerjali s kolateralnimi vejami sosednjih SIC, AIP IV., AIP V., AIP IX., AIP X., AIP XI., in ugotovili, da število najdenih kolateralnih vej AIP VI. - VIII. ni statistično pomembno odstopalo ( $X^2=0,072$ ,  $p=0,788$ ) od kolateralnih vej AIP IV., AIP V., AIP IX., AIP X., AIP XI.

Pri 37,2% primerov so kolateralne veje tistih AIP, ki so kot prve izvirale iz AT, anastomozirale z AIP zgornjih SIC, ki so bile veje AS. V številu anastomoz kolateralnih medrebrnih vej AIP I. - XI. ni bilo statistično pomembnih razlik med levo in desno stranjo ( $X^2 = 17,321$ ,  $p = 0,068$ ) (tabela 10). Anastomoze med kolateralnimi vejami, ki so jih oddale AIP VI., AIP VII., AIP VIII., smo primerjali z anastomozami med kolateralnimi vejami sosednjih SIC, AIP IV., AIP V., AIP IX., AIP X., AIP XI., in ugotovili, da število najdenih anastomoz med kolateralnimi vejami AIP VI. - VIII. ni statistično pomembno odstopalo ( $X^2=0,215$ ,  $p=0,643$ ) od anastomoz med kolateralnimi vejami AIP IV., AIP V., AIP IX., AIP X., AIP XI.



**Tabela 10: Število in delež anastomoz kolateralnih medrebrnih vej AIP I. - XI. glede na levo in desno stran**

AIP		STRAN		SKUPAJ
		leva	desna	
I.	n	1	0	1
	% žila I.	100,0%	0,0%	100,0%
	% stran	0,3%	0,0%	0,1%
II.	n	9	11	20
	% žila II.	45,0%	55,0%	100,0%
	% stran	2,6%	3,2%	2,9%
III.	n	16	22	38
	% žila III.	42,1%	57,9%	100,0%
	% stran	4,6%	6,4%	5,5%
IV.	n	28	41	69
	% žila IV.	40,6%	59,4%	100,0%
	% stran	8,0%	12,0%	10,0%
V.	n	52	33	85
	% žila V.	61,2%	38,8%	100,0%
	% stran	14,8%	9,6%	12,3%
VI.	n	48	33	81
	% žila VI.	59,3%	40,7%	100,0%
	% stran	13,7%	9,6%	11,7%
VII.	n	39	42	81
	% žila VII.	48,1%	51,9%	100,0%
	% stran	11,1%	12,3%	11,7%
VIII.	n	42	41	83
	% žila VIII.	50,6%	49,4%	100,0%
	% stran	12,0%	12,0%	12,0%
IX.	n	54	39	93
	% žila IX.	58,1%	41,9%	100,0%
	% stran	15,4%	11,4%	13,4%
X.	n	43	49	92
	% žila X.	46,7%	53,3%	100,0%
	% stran	12,3%	14,3%	13,3%
XI.	n	19	31	50
	% žila XI.	38,0%	62,0%	100,0%
	% stran	5,4%	9,1%	7,2%
SKUPAJ	n	351	342	693
	% žila I.-XI.	50,6%	49,4%	100,0%
	% stran	100,0%	100,0%	100,0%

## 4.7 Izvor desne bronhialne arterije

Desno AB, ki je z desnimi AIP tvorila interkostobronhialna debla, smo našli v 60,5 % (n=26). Interkostobronhialna debla je desna AB tvorila z desnimi AIP II. - V., ki so izvirale iz AT kot samostojne veje (n=16) (slika 18B) ali se je desna AB odcepila od skupnega debla dveh (n=8) (slika 18A) ali treh sosednjih arterij (n=1) (slika 18C).



A



B



C

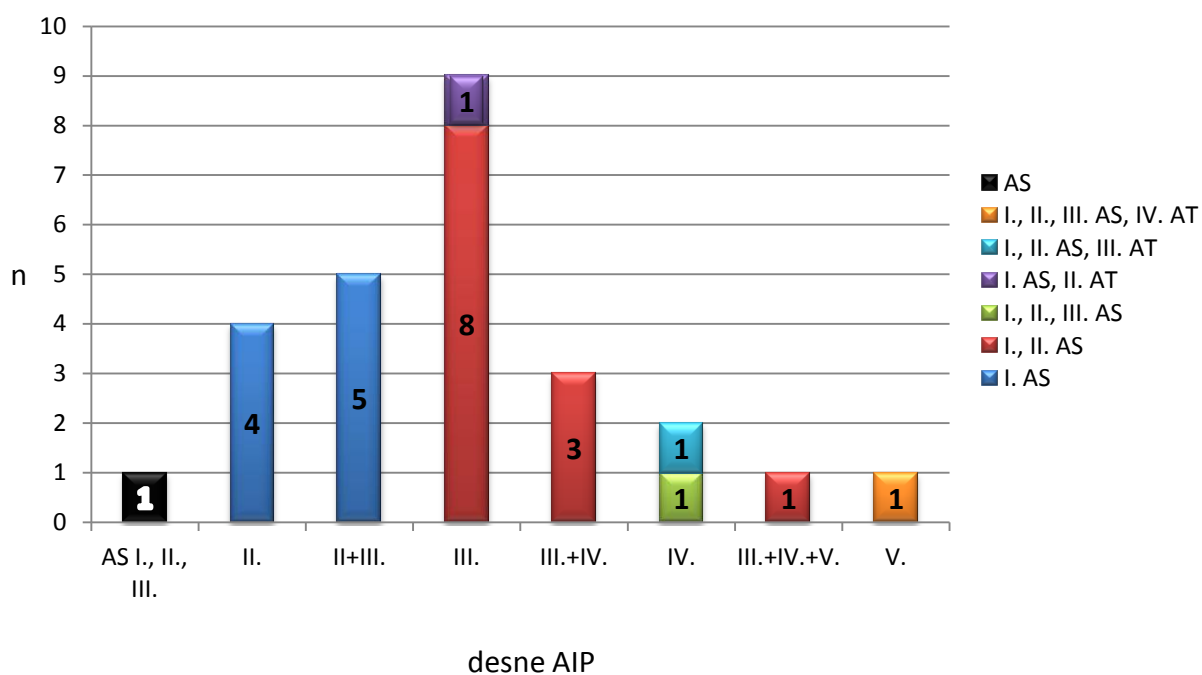
### Slika 18: Izvori desnih AB glede na obliko izvorov AIP iz AT

A, desna AB je izvirala iz skupnega debla AIP II. in AIP III. na desni strani (konica pincete). B, izvor desne AB iz desne AIP II. (puščica) C, izvor desne iz skupnega debla desnih AIP III., AIP IV., AIP V. (puščica).

Pričakovali smo, da bo med najdenimi desnimi AB (n=26) arterija zmeraj izvirala iz desne AIP III. Pričakovani izvor smo našli v 18 primerih ali 69,2 %.  $X^2$  test je pokazal statistično pomembno odstopanje od naših pričakovanj ( $X^2= 6,227$ ,  $p=0,013$ ).

Poleg desne AIP III., iz katere je bil izvor desne AB najpogostejši, je desna AB v petih primerih (19,2 %) izvirala iz skupnega debla desnih AIP II. in AIP III. (slika 18A), v štirih primerih (15,4 %) iz desne AIP II. (slika 18B), v treh primerih (11,5 %) iz skupnega debla desnih AIP III. in AIP IV., v dveh primerih (7,7 %) iz desne AIP IV. ter v enem primeru (3,8 %) iz skupnega debla desnih AIP III., AIP IV., AIP V. (slika 18C) kot tudi iz desne AIP V. V enem primeru (3,8 %) je bila desna AB veja desne AIP III., ki je s skupnim deblom z AIP I. in AIP II. izvirala iz AS (slika 19).

Proučevali smo katera od desnih AIP, ki je oddala desno AB, je kot prva izvirala iz AT. Pričakovali smo, da bo izvor desne AB zmeraj iz prve desne aortne AIP (n=26), našli pa smo ga v 22 primerih (84,6 %). V 11,5 % (n = 3) je iz AT izvirala pred njo že ena AIP, in je desno AB oddala druga desna AIP iz AT.  $X^2$  test ni pokazal statistično pomembnega odstopanja od naših pričakovanj. ( $X^2=0,360$ ,  $p=0,549$ ).



**Slika 19: Izvori desnih AB**

*Desna AB je najpogosteje izvirala iz AIP III., ki je samostojno izvirala iz AT ali je tvorila skupno deblo z AIP II., AIP IV. ali AIP IV. in AIP V. Posamezne primere izvora desne AB smo našli pri AIP IV. in AIP V. Največkrat je desna AB izvirala iz tistih AIP, ki so bile samostojne veje AT, in iz tistih AIP, ki so bile prve veje AT. V enem primeru je desna AB izvirala iz skupnega debla AIP I., AIP II., AIP III., ki je bilo veja AS.*

## 5 RAZPRAVA

Pregled literature in podatki naše raziskave kažejo kako pomembno je obširno znanje izvora, poteka, topografskih odnosov, vej in distribucije AIP glede na obseg endovaskularnih in kirurških postopkov, ki se izvajajo danes. Številne anatomske posebnosti izvora, velikosti, števila vej, območja vaskularizacije in ostale se lahko pojavijo pri posamezni AIP ali zajamejo celoten arterijski segment (Nathan in *sod.*, 1969). Anatomija segmentalnih arterij proksimalne regije, vključno z njihovim izvorom iz AT, je bila deležna manj pozornosti, kljub dejstvu, kako pomembno vlogo ima pri selektivni spinalni arteriografiji (Williams in *sod.*, 2004; Shimizu in *sod.*, 2005). Klasične anatomske knjige (Williams and Warwick, 1980) navajajo, da izmed enajstih parov AIP izvirata AIP I. in AIP II. preko AIS iz AS. Preostalih devet parov pa bi naj izviralo iz AT. Z raziskavo smo prišli do podobnih rezultatov variabilnosti in frekvenc izvora AIP I. - III. kot pretekle raziskave (Adachi, 1928; Lippert in Pabst, 1985, Shimizu in *sod.*, 2005), saj sta statistično značilno AIP I. in AIP II. izvirali iz AS, AIP III. pa iz AT. Najbolj variabilen je bil tudi pri nas izvor AIP II., saj je arterija v tretjini primerov prihajala iz AT. Izvor AIP I. iz AT se je pojavil tudi pri nas na levi strani in približno v enakem odstotku (2,3 %) kot v prej omenjenih raziskavah (3 %). Med levimi in desnimi AIP I. in AIP III. nismo našli statistično značilnih razlik v izvoru. AIP II. naj bi bila pogosteje veja iz AS na desni strani, vendar ima lahko izvor tudi iz AT (Adachi, 1928). Podatki o razlikah v izvoru AIP II. med levo in desno stranjo dobljenih v naši raziskavi kažejo, da obstaja verjetnost, da bo izvor leve in desne AIP II. različen. V primeru različnih izvorov ga ni bilo možno napovedati na kateri strani bo AIP II. veja AT. Od AIP IV. naprej so bile vse AIP veje AT tudi v naši raziskavi.

Podatki o frekvencah različnih izvorov AIP I. - III. iz AS se od navedb v literaturi (Lippert in Pabst, 1985) razlikujejo le v primeru skupnega debla AIP I., AIP II., AIP III., saj smo glede na njihove podatke (5 %) to obliko izvora našli v 14 %. Pri parnih AIP I. - III. so nas zanimale frekvence možnih kombinacij izvora in ugotovili smo, da ima skoraj polovica primerov (48,9 %) bilateralno simetrični izvor, med njimi jih je bilo

največ pri AIP I. in AIP II., ki sta izvirale s skupnim deblom iz AS. Podatkov o izvoriščih med najbolj variabilnimi parnimi segmentalnimi AIP, AIP I. - III., v literaturi ni.

V raziskavi smo našli anatomsko posebnost poteka, AVT, pri AIP IV. in AIP V. z izvorom iz AT, ki sta potekali za petim rebrom, in ga v raziskavah, ki so prve opisale AVT (Krassnig, 1913) in preučevale posebnosti celotnega arterijskega sistema (Adachi, 1928) vse do danes pri teh arterijah ni zaslediti. Pogostejših dorzalnih potekov AIP iz AIS na desni strani in najvišjih AIP iz AT na levi strani (Adachi, 1928) nismo zasledili, saj je bilo število dorzalnih potekov AIP iz AIS in AT enako na obeh straneh. Vzrok za pogostejši dorzalni potek levih AIP iz AT bi lahko bila lega dokončne aorta na levi strani ob hrbtenici, ki še bolj zbliža izvore levih AIP. Bilateralno simetrično AVT smo z izvorom iz AIS našli v enem primeru in v enem primeru z izvorom iz AT, o katerih ni podatkov. AIP, ki bi potekala po dorzalni strani reber in izvirala iz AV nismo našli (Newton, 1974; Chiras in sod., 1982; Hsu in sod., 2004;). Dorzalni potek dveh AIP različnih izvorov je bil pri istem osebkju že opisan (Adachi, 1928), a smo med raziskavo našli osebek, ki je imel tri AVT, ena je izvirala iz AS, preostali dve, bilateralno simetrični, pa iz AT. Dorzalni potek AIP iz AIS ali AT je naključna najdba, ki nima znanega vpliva na bolnikove simptome. Posebnosti v poteku, kot je AVT, pa je potrebno upoštevati v klinični praksi zaradi njihove vloge v patoloških stanjih, pri aterosklerozi, elongaciji aorte, poškodbah hrbtenice, zlomih reber, nepopolni spojitvi hrbtenice in diagnostičnih metodah kot je spinalna angiografija. Spremembe v poteku arterij lahko povzročijo hemodinamske motenje in turbulenco, ki povečajo tveganje za pojav anevrizem in kardiovaskularnih dogodkov.

Skupna debla dveh, treh ali več sosednjih AIP na izvoru iz AT so pogosta anatomska variacija, ki se pogosteje pojavlja na desni strani (Adachi, 1928). V naši raziskavi smo najpogosteje našli skupno deblo, ki sta ga oblikovali dve sosednji arteriji. Med levo in desno stranjo razlik v številu skupnih debel nismo našli. Podatki kažejo, da so bila tudi pri nas najpogostejša skupna debla med AIP II. in AIP III. ter AIP III. in AIP IV. Do oblikovanja večjega števila skupnih debel v tem nivoju pride zaradi sprememb lege srca tekom razvoja, ki povzroči, da imajo prve aortne AIP strmejši potek, in

tesnih medsebojnih odnosov med izvori sosednjih AIP. Nobenega skupnega debela ni bilo med AIP VIII. in IX., posamezna pa smo našli med AIP IX. in AIP X., AIP X. in AIP XI., AIP XI. in AIP XII. Od tega jih je več potekalo navzgor kot navzdol. Skupnega debela med AIP VI. in AIP VII. ter AIP VII. in VIII. (Adachi, 1928) nismo našli. Ker so se skupna debela pogosteje pojavljala, nas je zanimalo koliko od njih jih je prisotnih hkrati pri istem osebkju, in ugotovili, da sta bili v več kot polovici primerov (54,8 %) hkrati prisotni dve skupni debli, v 9,7 % tri skupna debela in v 3,2 % štiri skupna debela. Osebek s štirimi multiplimi debli je imel še bilateralno simetrični dorzalni potek AIP II. iz AIS. Ta najdba je potrdila naša predvidevanja, da so sicer že opisane anatomske posebnosti AIP lahko prisotne pri istem osebkju v večjem številu, in da je med njimi lahko hkrati prisotnih več različnih vrst. O tako številčnem in raznolikem pojavu posebnosti izvora in poteka AIP v literaturi ni podatkov. Če smo našli dve skupni debli, je bilo največkrat eno na levi in eno na desni strani. Poleg števila skupnih debel nas je zanimalo kakšen je vzorec pojava skupnih debel med zaporednimi AIP. Ugotovili smo, da so se skupna debela, ki so jih oblikovale dve sosednji AIP, pojavila med zaporednimi AIP samo na levi strani. Če smo našli skupno deblo med AIP III. in AIP IV. na levi strani in je to skupno deblo bilo prva AIP, ki izviralna iz AT, sta skupno deblo oblikovali tudi AIP V. in AIP VI. Podatki o multiplih skupnih deblih so redki. Med študijo anatomskega sistema izvora segmentalnih arterij iz aorte, pomembnih za selektivno spinalno arteriografijo, so našli skupno deblo AIP III. in AIP IV. ter AIP X. in AIP XI. na levi strani (Shimizu in sod., 2005). Multipla skupna debela so opisana samo še enkrat, kjer so pri istem osebkju našli enotno deblo AIP, od katerega so se bilateralno odcepile AIP III. - XII., in skupno deblo AIP I. in AIP II., vendar so bile pri tem osebkju prisotne še druge razvojne nepravilnosti arterijskega sistema (Chang in Rubin, 2009). Iz študij izvora AIP iz AT, ki je ugotovila več manjkajočih posameznih ali parnih AIP, od katerih je bila ena opravljena na izoliranih aortah otrok (Khan in Haust, 1979), druga na izoliranih aortah pavijanov (*Papio ursinus*) (Ohale, 1998), ni mogoče sklepati ali gre v teh primerih za multipla skupna debela, saj nadaljnji potek AIP od izvora iz AT ni znan. Ker smo v naši raziskavi pri enem osebkju našli hkrati prisotna štiri skupna debela, je iz AT izviralno samo 13 od 18 arterij. Multipla skupna debela zmanjšajo število AIP, ki izvira iz AT,

zato sklepamo, da kljub kolateralnim vejam, ki zagotavljajo potrebno oskrbo mišicam, mlečni žlezi in koži, zmanjšanje števila AIP na račun skupnih debel AIP IX. in AIP X., AIP X. in AIP XI. ter AIP XI. in podrebrne arterije, od katerih se na levi strani odcepi ARM, potencialno še poveča tveganje paraplegije ali parapareze pri operacijah anevrizem na torakoabdominalni aorti. Podvezava AIP pri operacijah anevrizem torakoabdominalne aorte povzroči ishemijo hrbtenjače in posledično disfunkcijo. Iz podatkov naše raziskave menimo, da je reimplantacija kritičnih AIP, ki jo priporoča več avtorjev (Usui in *sod.*, 1996; Safi in *sod.*, 1998; Elefteriades in *sod.*, 2000; DeAnda in *sod.*, 2005; Toyama in *sod.*, 2006; Okita in *sod.*, 2007; Toda in *sod.*, 2008) ali preoperativna angiografija za določitev anatomskih posebnosti in pomembnih AIP (Williams in *sod.*, 2004; Siclari in *sod.*, 2006; von Tengg-Kobligk in *sod.*, 2007) zaradi možnega pojava multiplih skupnih debel še toliko bolj pomembna.

Meritve kotov AIP na izvoru iz AT so pokazale, da v kotih ni bilo razlik med levimi in desnimi AIP, in da se meritve ujemajo z embrionalnimi spremembami tekom razvoja kardiovaskularnega sistema (Sadler, 2000) ter topografskimi odnosi izvora in odgovarjajočega SIC (Williams in Warwick, 1980; Shimizu in *sod.*, 2005). Spust srca in ožilja povzroči, da imajo AIP, ki so prve veje AT bolj navpičen potek, na AIP v srednjih in spodnjih SIC pa spremembe položaja srca nimajo vpliva oziroma sta pri teh AIP izvor iz AT in pripadajoči SIC v približno enakem nivoju, potek AIP pa skoraj horizontalen. Večja razlika v nivojih izvora in SIC prvih aortnih AIP kaže na njihov bolj navpičen potek in manjši kot na izvoru. Pri AIP v kotih med samostojnimi izvori iz AT in skupnimi deblih dveh ali treh arterij ni bilo razlik.

Rezultati premerov samostojnih AIP na izvoru iz AT in premerov skupnih debel kažejo, da je premer odvisen od oblike izvora AIP iz AT. Če primerjamo premere skupnih debel iz dveh ali treh arterij in premere istih AIP, ki izvirajo iz AT kot samostojne veje, vidimo, da je premer skupnih debel večji od premera samostojnih vej. Premer skupnega debla na izvoru, ki ga oblikujejo tri AIP, je večji od premera skupnega debla na izvoru iz dveh AIP. Premeri AIP po odcepitvi od skupnega debla se ne razlikujejo od premerov samostojnih AIP na izvoru. Ne glede na obliko izvora



AIP iz AT med premeri arterij v nivoju AC ni bilo razlik. V premerih levih in desnih AIP na izvoru iz AT ni bilo razlik, kot to navaja študija o posebnostih izvora aortnih AIP pri otrocih (Khan in Haust, 1979), kjer je bil premer levih AIP manjši od desnih. Na osnovi količnikov, ki so pokazali koliko so se premeri med izvorom iz AT, odcepitvijo od skupnega debla, do nivoja AC zmanjšali, smo ugotovili, da so količniki pri vseh oblikah izvorov iz AT podobni. Povprečni zunanji premer AIP V. na izvoru, ki bi potencialno bila uporabna za revaskularizacijo miokarda iz naše raziskave ( $1,9 \pm 0,4$  mm), se v primerjavi s podatki histomorfometričnih študij o uporabi AIP v graftih koronarnega ožilja ne razlikujejo od povprečnih premerov lumnov AIP V. na izvoru ( $1,4 \pm 0,3$  mm), če upoštevamo še povprečno debelino intime ( $54 \pm 38$   $\mu$ m) in medije ( $205 \pm 38$   $\mu$ m) (van Son in sod., 1993), in premerom lumna na izvoru ( $1,75 \pm 0,35$  mm) ter skupno debelino intime in medije ( $246 \pm 35$   $\mu$ m) (Ünlü in sod., 2003). Podatki izmerjenih povprečnih premerov AIP kažejo, da so AIP arterije manjšega kalibra z relativno velikimi pretoki (van Son in sod., 1993), saj so direktne veje aorte. Lastnosti premerov in pretokov nakazujejo, da so AIP kljub majhnosti, a zadostnimi pretoki, v praksi velikokrat pozabljene, glede na to, da so znani smrtni primeri zaradi rupture in krvavitev pri psevdanevrizmah AIP (Takamure in sod., 2007). Rezultati povprečnih zunanjih premerov AIP IX., AIP X. in AIP XI. v nivoju AC se skladajo z zunanjimi premeri istih AIP v segmentu okoli rebrnega žleba (1,7 mm), dobljenih v študiji mišičnokožnih perforatorjev *m. latissimus dorsi*, ki dosežejo kožo (Beer in Manestar, 2010).

Na osnovi opisanih nivojev izvora AIP iz AT (Adachi, 1928; Shimizu in sod., 2005) potekajo AIP v zgornjih SIC bolj navpično, ker je nivo njihovega izvora glede na pripadajoči SIC nižje, potek AIP v srednjih SIC pa je skoraj horizontalno, saj sta izvor in SIC v istem nivoju. Pri vsaki od AIP, ki je izvirala iz AT, smo izmerili dolžino od izvora do AC. Največjo dolžino do AC so imele AIP v zgornjih SIC, najmanjšo v SIC na sredini, v spodnjih SIC pa so se dolžine spet nekoliko povečale. Rezultati meritev kažejo, da je dolžina AIP do AC premo sorazmerna z razliko med nivojem izvora AIP iz AT in nivojem pripadajočega SIC. AIP pri katerih je razlika nivojev med izvorom iz AT in pripadajočim SIC večja, imajo večjo dolžina do AC, in obratno.

Natančen opis izvora, poteka, velikosti in anastomoz kolateralnih medrebrnih vej so osnova za zagotavljanje nizke stopnje žilnih zapletov, ki se pojavljajo med torakocentezo in torakoskopijo, zaradi poškodbe AIP (Yacovone in sod., 2010; Dewhurst in sod., 2012). Zapleti pri torakocentezi, kot je hemotoraks (Collins in Sahn, 1987), so pogostejši pri bolnikih med 40. in 60. letom, ko postane potek AIP bolj zaviti, zaradi česar se zmanjša prostor, ki je na voljo za varno torakocentezo (Carney in Ravin, 1979; Choi in sod., 2010). V premeru AIP in kolateralnih medrebrnih vej med AIP I. - IV. ni razlik, saj imajo kolateralne veje v teh SIC skoraj enaki kaliber kot sama AIP (da Rocha in sod., 2002). Premer kolateralnih vej se je glede na AIP očitno zmanjšal šele od AIP V. naprej, zato avtorji priporočajo uporabo SIC VI. - VIII. v nivoju LAM, vendar ne ob zgornjem robu spodnjega rebra, ampak v sredini SIC oziroma po podatkih druge študije, je varno območje v SIC na 50-70 % od spodnjega roba zgornjega rebra (Wraight in sod., 2005). Podatke o primernosti SIC VI. - VIII. smo vzeli za referenco, da bi s stališča števila kolateralnih vej in njihovih anastomoz, ugotovili, če so opisani SIC varnejši od tistih, v katerih pride do razlik v premerih med AIP in kolateralnimi vejami, to so SIC IV. - XI. Poleg tega pa smo z meritvami širine SIC v nivoju AC in LAP ugotovili, da se je prav pri referenčnih SIC VI. - XI. premer SIC v obeh nivojih začel povečevati. Rezultati raziskave kažejo, da se je na obeh straneh od AIP I. do AIP XI. povečeval delež kolateralnih vej, ki so se od AIP odcepile na večji razdalji. Število in anastomoze kolateralnih vej AIP VI., AIP VII., AIP VIII. niso odstopale od števila in anastomoz med kolateralnimi vejami AIP IV., AIP V., AIP IX., AIP X., AIP XI., kar pomeni, da za varno izvedbo torakocenteze s stališča števila kolateralnih medrebrnih vej in njihovih anastomoz nobeden izmed SIC IV. - XI. ni varnejši od drugega.

Poleg posebnosti izvora, poteka, kolateralnih medrebrnih vej AIP, nas je zanimalo tudi kakšne posebnosti izvora desne AB bomo našli pri desnih AIP. Študija, ki je proučevala potek in odnose desne bronhialne arterije, je postavila pravilo, da je desna AB veja prve ali druge desne aortne AIP s katero tvori interkostobronhialno deblo (največkrat AIP II. in AIP III.) (Nathan in sod., 1970). Rezultati frekvenc izvorov desne AB iz prve aortne AIP v 84,6% in iz druge aortne AIP v 11,5 % v naši raziskavi

bistveno ne odstopajo od preteklih študij, kjer je desna AB izvirala iz prve aortne AIP v 83,3 % (Schreinemakers in *sod.*, 1990) oziroma v 92,5 % iz prve aortne AIP ter v 5 % iz druge aortne AIP (Carles in *sod.*, 1995). Raziskava izvora desne AB je pokazala, da vse desne AB niso izvirale zmeraj iz desne AIP III., kot smo pričakovali iz navedb v literaturi (Williams in Warwick, 1985). Izvor desne AB je bil lahko iz AIP I. - V. Naša raziskava je našla primer, ko desna AB ni izvirala iz aortne AIP, ampak je bila veja skupnega debla AIP I., AIP II., AIP III. iz AS. Aortne AIP, ki so oddale AIP, so izvirale iz AT kot samostojne veje ali sta dve sosednji na izvoru iz AT oblikovali skupno deblo, kar se sklada s podatki prej omenjenih študij. Nikjer pa ni zaslediti, da lahko desna AB izvira iz skupnega debla treh sosednjih arterij. Premer trojnega skupnega debla se na izvoru iz AT ni razlikoval od premera skupnih debel dveh sosednjih AIP, ki desne AB nista oddali, kar odstopa od podatkov, da bi naj bil premer AIP, ki oblikujejo interkostobronhialno deblo na izvoru večji od tistih, ki debela ne oblikujejo (Nathan in *sod.*, 1970; Schreinemakers in *sod.*, 1990; Carles in *sod.*, 1995)

Osnovne anatomsko-morfološke in funkcionalne ugotovitve naše raziskave dajejo ustrezne bazične podatke pomembne za nadaljnje raziskovalno delo na področju žilne in torakalne kirurgije ter radiologije.

## 6 ZAKLJUČKI

Odgovori na *hipoteze*

1. *Med parnimi segmentalnimi AIP, posebej AIP I. - III. in AVT obstajajo razlike v anatomskih posebnostih izvora in poteka tudi pri istem osebkju.*

V anatomskih posebnostih izvora med parnimi AIP I. in AIP III. iz AS in AT ni razlik. Najbolj variabilen je izvor AIP II., pri kateri obstaja verjetnost, da izvor leve in desne iz AS ali AT ne bo enak. Parne segmentalne AIP I. - III. imajo skoraj v polovici primerov bilateralni simetričen izvor, od njih je najpogostejše bilateralno simetrično skupno deblo AIP I. in AIP II. iz AS.

Število AVT iz AIS ali AT je enako na obeh straneh. AIP iz AT (AIP IV. in AIP V.) lahko potekajo tudi dorzalno za petim rebrom. Multiple AVT, ki imajo različen izvor, so lahko hkrati prisotne pri istem osebkju, od tega tudi bilateralno simetrični pojav AVT. AVT se lahko pojavi hkrati z drugimi anatomskimi posebnostmi AIP, kot so multipla skupna debela.

2. *Med skupnimi debli AIP obstajajo razlike v številu skupnih debel med AIP, poteku (dvigajoč/padajoč) in stranjo pojavljanja (leva/desna) in možen je pojav multiplih skupnih debel pri istem osebkju.*

Število skupnih debel se razlikuje med AIP, največ jih oblikujeta AIP II. in AIP III. ter AIP III. in AIP IV. Več skupnih debel izvira iz AT v nivoju nižje od AIP, ki deblo oblikuje, zato jih več poteka navzgor kot navzdol. Med stranema ni razlik v številu skupnih debel. Skupna debela je imelo 72 % osebkov, od njih je bilo multiplih debel 67,7 %.

3. *Predvidevamo, da je za varnejšo izvedbo torakocenteze v šestem, sedmem in osmem SIC (AIP VI, AIP VII., AIP VIII.) manj kolateralnih vej AIP in njihovih medsebojnih anastomoz v primerjavi s SIC IV. - XI.*

Podatki iz raziskave kažejo, da število najdenih kolateralnih medrebrnih vej in njihovih anastomoz AIP VI., AIP VII., AIP VIII. ne odstopa od kolateralnih medrebrnih vej in njihovih anastomoz AIP IV., V., IX., X., XI. Med stranema ni razlik v številu kolateralnih vej in njihovih anastomoz. Za varnejšo izvedbo torakocenteze med SIC VI. - XI. ni prostora, ki bi bil varnejši od drugih.

4. *Desna AB izvira iz desne AIP III. ali iz prve aortne AIP.*

Statistični podatki raziskave izvora desne AB iz AIP III. niso potrdili naših pričakovanj, čeprav je AB najpogosteje izvirala iz desne AIP III. Z raziskavo smo potrdili pravilo, da izvira desna AB iz tiste AIP, ki je prva veja AT.

## 7 LITERATURA

1. Adachi B. (1928). *Das Arteriensystem der Japaner*. Maruzen, Kyoto.
2. Amagasa S, Igarashi A, Yokoo N, Sato M. (2008). Intercostal bleeding that developed during thoracic epidural catheterization. *J Anest* 22, 197-198.
3. Aoki T, Okada A, Tsuchida M, Hayashi J. (2003). Ruptured intercostal artery pseudoaneurysm after blunt thoracic trauma. *Thorac Cardiovasc Surg* 51, 346-347.
4. Atherton WG, Morgan WE. (1997). False aneurysm of an intercostal artery after thoroscopic sympathectomy. *Ann R Coll Surg Engl* 79, 229-230.
5. Barberini F, Cavallini A, Carpino G, Correr S, Brunone F. (2004). Lateral costal artery: Accessory thoracic vessel of clinical interest. *Clin Anat* 17, 218-226.
6. Beer GM, Manestar M. (2010). The number of intercostal artery perforators over the distal latissimus dorsi muscle. *Clin Anat* 23, 216-221.
7. Bluebond-Langner R, Pinto PA, Kim FJ, Hsu T, Jarrett TW. (2002). Recurrent bleeding from the intercostal arterial pseudoaneurysm after retroperitoneal laparoscopic radical nephrectomy. *Urology* 60, 1111.
8. Carmichael SW, Gloviczki P. (1999). Anatomy of the blood supply to the spinal cord: The artery of Adamkiewicz Revisited. *Perspect Vasc Surg Endovasc Ther* 12, 113-122.
9. Carney M, Ravin CE. (1979). Intercostal artery laceration during thoracocentesis: increased risk in elderly patients. *Chest* 75, 520-522.
10. Carles J, Clerc F, Dubrez J, Couraud L, Drouillard J, Videau J. (1995). The bronchial arteries: anatomic study and application to lung transplantation. *Surg Radiol Anat* 17, 293-299.
11. Casas JD, Perendreu J, Gallart A, Muchart J. (1997). Intercostal artery pseudoaneurysm after a percutaneous biliary procedure: diagnosis with CT and treatment with transarterial embolization. *J Comput Assist Tomogr* 21, 729-730.

12. Chang J, Rubin GD. (2009). Solitary intercostal arterial trunk: A previously unreported anatomical variant. *Circ Cardiovasc Imaging* 2, 49-50.
13. Chiras J, Launay M, Gaston A, Bories J. (1982). Thoracic vertebral artery. An anomaly of the vertebral artery. *Neuroradiology* 24, 67-70.
14. Choi S, Trieu J, Ridley L. (2010). Radiological review of intercostal artery: anatomical consideration when performing procedures via intercostal space. *J Med Imaging Radiat Oncol* 54, 302-306.
15. Clifton EE. (1969). Bronchial artery perfusion for treatment of advanced lung cancer. *Cancer* 23, 1151-1157.
16. Collins TR, Sahn SA. (1987). Thoracocentesis. Clinical value, complications, technical problems, and patient experience. *Chest* 91, 817-822.
17. Dandolu BR, Furukawa S, Valluvan J. (1998). Intercostal artery as a pedicled graft for myocardial revascularization: an animal experimental study. *J Invest Surg* 11, 373-379.
18. da Rocha R, Vengjer A, Blanco A, Traballi de Carvalho P, Leal Dias Mongon M, Medeiros Fernandes GJ. (2002). Size of the collateral intercostal artery in adults: anatomical consideration in relation to thoracocentesis and thoracoscopy. *Surg Radiol Anat* 24, 23-26.
19. Dewhurst C, O'Neill S, O'Regan K, Maher M. (2012). Demonstration of the course of the posterior intercostal artery on CT angiography: relevance to interventional radiology procedures in the chest. *Diagn Interv Radiol* 18, 221-224.
20. Dominguez J, Escalante E, Morera JR, Moya JA, Bernat R. (2002). Percutaneous treatment of a ruptured intercostal aneurysm presenting as massive hemothorax in a patient with type I neurofibromatosis. *J Thorac Cardiovasc Surg* 124, 1230-1232.
21. Elefteriades JA, Coady MA, Nikas DJ, Kopf GS, Gusberg RJ. (2000). Cobrahead graft for intercostal artery implantation during descending aortic replacement. *Ann Thorac Surg* 69, 1282-1284.
22. Guan YS, Liu Y, He Q, Yang L, Sun L. (2007). Combining p53 gene therapy with bronchial artery infusion inhibits growth of non-small cell lung cancer, a case report. *Cancer Therapy* 5, 511-514.

23. Hamdi M, van Landuyt K, de Frene B, Roche N, Blondeel P, Monstrey S. (2006). The versatility of the inter-costal artery perforator (ICAP) flap. *J Plast Reconstr Aesthet Surg* 59, 644-652.
24. Hollinshead WH. (1972). *Anatomy for surgeons. Vol. II., The thorax, abdomen and pelvis.* Harper & Row, New York.
25. Hsu HL, Tseng YC, Chen CJ. (2004). Anomalous origin of the superior intercostal artery from the vertebral artery: a case report and literature review. *Eur J Radiol Extra* 49, 85-87.
26. John LC, Chan CL, Anderson DR. (1995). Potential use of the intercostal artery as an in situ graft: a cadaveric study. *Ann Thorac Surg* 59, 190-195.
27. Kerrigan CL, Daniel RK. (1979). The intercostal flap: an anatomical and hemodynamic approach. *Ann Plast Surg* 2, 411-421.
28. Kahn RA, Moskowitz D. (2002). Endovascular aortic repair. *J Cardiothorac Vasc Anesth* 16, 218-233.
29. Khan S, Haust DM. (1997). Variations of the aortic origin of the intercostal arteries in man. *Anat Rec* 195, 545-552.
30. Krassnig M. (1913). Von der Arteria vertebralis thoracica der Saeuger und Voegel. *Anat H* 49, 524-609.
31. Lippert H, Pabst R. (1985). *Arterial variations in man, Classification and Frequency.* JF Bergmann Verlag, Munich.
32. Luo ZQ, Lai YQ, Zhu JM, Li JH, Liu KY, Zhou QW. (2010). Intercostal artery aneurysm associated with coarctation of aorta in an adult. *J Card Surg* 25, 719-720.
33. Moore KL, Dalley AF. (2006). *Clinical oriented anatomy, 5 th edn.* Lippincott Williams & Wilkins, Baltimore.
34. Mughal IA, Irfan N, Aziz N. (2004). Posterior intercostal arterirs in human cadavers; incidence of arch like anastomotic vessels. *Professional Med J* 11, 471-473.



35. Nathan H, Barkay M, Orda R. (1970a). Anatomical observations on the origin and course of the aortic intercostal arteries. *J Thorac Cardiovasc Surg* 59, 372-375.
36. Nathan H, Orda R, Barkay M. (1970b). The right bronchial artery. Anatomical considerations and surgical approach. *Thorax* 25, 328-333.
37. Newton TH, Potts DG. (1974). *Radiology of the skull and brain*. Mosby, St. Louis.
38. Ohale LO. (1998). The origin and pattern of distribution of the posterior intercostal arteries in the baboon (*Papio ursinus*). *J Med Primatol* 27, 253-257.
39. Okita Y, Kawanishi Y, Nakagiri K, Tanaka H, Matsumori M, Asano M, Yamashita T, and Okada K. (2007). Reconstruction of the intercostal arteries with small-branched grafts in patients with thoracoabdominal or descending aortic aneurysms. *MMCTS* 219.
40. O'Rahilly R, Müller F. (1983). *Basic human anatomy: a regional study of human structure*. Saunders, Philadelphia.
41. Ravi BS, Nanda NC, Htay T, Dod HS, Agrawal G. (2003). Transesophageal echocardiographic identification of normal and stenosed posterior intercostal arteries. *Echocardiography* 20, 609-614.
42. Reddy S, Kumar P, Prasad K. (2011). Histomorphometric and sympathetic innervation of the human posterior intercostal artery and its clinical importance. *Folia Morphol* 70, 161-167.
43. Sadler TW. (2000). *Langman's medical embryology*, 8th edn. Lippincott Williams & Wilkins, Baltimore, Philadelphia.
44. Sadler TW. (2012). *Langman's medical embryology*, 12th edn. Lippincott Williams & Wilkins, Baltimore, Philadelphia.
45. Salanitri GC. (2007). Intercostal artery aneurysms complicating aortic coarctation: diagnosis with magnetic resonance angiography. *Australas Radiol* 51, 78-82.
46. Schreinemakers HJ, Weder W, Miyoshi S, Harper BD, Shimokawa S, Egan TM, McKnight R, Cooper JD. (1990). Direct revascularization of bronchial arteries for lung transplantation: an anatomical study. *Ann Thorac Surg* 49, 44-54.

47. Schoenwolf GC, Bleyl SB, Brauer PR, Francis-West PH. (2009). *Larsen's human embryology*, 4th edn. Churchill Livingstone, Philadelphia.
48. Shimizu S, Tanaka R, Kan S, Suzuki S, Kurata A, Fujii K. (2005). Origins of the segmental arteries in aorta: An anatomic study for selective catheterization with spinal arteriography. *AJNR Am J Neuroradiol* 26, 922-928.
49. Siclari F, Fasel J, Gailloud P. (2006). Direct emergence of the dorsospinal artery from the aorta and spinal cord supply. *Neuroradiology* 48, 412-414.
50. Sueda T, Morita S, Okada K, Orihashi K, Shikata H, Matsuura Y. (2000). Selective intercostal arterial perfusion during thoracoabdominal aortic aneurysm surgery. *Ann Thorac Surg* 70, 44-47.
51. Sundram-Novelend SY, Appleton DS, Screatton NJ, Davies RJ, Chilvers ER. (2008). Spontaneous rupture of an intercostal artery aneurysm during air flight. *Thorax* 63, 294.
52. Takamura A, Nakagawa T, Kobayashi A, Morimoto S, Yamasaki S, Takase I, Yamamoto Y, Nishi K. (2007). Traumatic intercostal artery pseudoaneurysm following a bicycle accident. *Forensic Sci Med Pathol* 3, 217-220.
53. Thiel W. (1992). An arterial substance for subsequent injection during the preservation of the whole corpse. *Ann Anat* 174, 197-200.
54. Thiel W. (1992). The preservation of the whole corpse with natural color. *Ann Anat* 174, 185-195.
55. Thiel W. (2002). Ergänzung für die Konzervierung ganzer Leichen nach W. Thiel. *Ann Anat* 184, 267-269.
56. Toda K, Taniguchi K, Kainuma S, Yokota T. (2008). Novel technique for reimplantation of intercostal arteries using tailored patch graft. *Eur J Cardiothorac Surg* 34, 458-459.
57. Toyama M, Usui A, Akita T, Ueda Y. (2006). A vascular tube for intercostal artery reimplantation. *Eur J Cardiothorac Surg* 29, 413-415.
58. Töpel I, Steinbauer M, Paetzel C, Kasprzak PM. (2004). Endovascular therapy of a ruptured intercostal artery aneurysm. *J Endovasc Ther* 11, 219-221.

59. Usui A, Hosokawa H, Kawamura M, Hibi M. (1996). Total intercostal artery reimplantation for descending thoracic aortic replacement. *Ann Thorac Surg* 62, 1523-1525.
60. Ünlü Y, Keleş P, Keleş S, Yeşilyurt H, Koçak H, Diyarbakirli S. (2003). An evaluation of histomorphometric properties of coronary arteries, saphenous vein, and various arterial conduits for coronary artery bypass grafting. *Surg Today* 33, 725-730.
61. van Son J, Smedts F, Korving J, Guyt A, de Kok LB. (1993). Intercostal artery: histomorphometric study to assess its suitability as a coronary bypass graft. *Ann Thorac Surg* 56, 1078-1081.
62. von Tengg-Kobligh H, Böckler D, Jose TM, Ganten M, Kotelis D, Nagel S, Giesel FL, Kirchin MA, Delorme S, Schumacher H, Allenberg JR, Kauczor HU. (2007). Feeding arteries of the spinal cord at CT angiography before and after thoracic aortic endografting. *J Endovasc Ther* 14, 639-649.
63. Wan IYP, Angelini GD, Bryan AJ, Ryder I, Underwood MJ. (2001). Prevention of spinal cord ischemia during descending thoracic and thoracoabdominal aortic surgery. *Eur J Cardiothorac Surg* 19, 203-213.
64. Wijns W, Kolh P, Danchin N, Di Mario C, Falk V, Folliguet T, Garg S, Huber K, James S, Knuuti J, Lopez-Sendon J, Marco J, Menicanti L, Ostojic M, Piepoli MF, Pirlet C, Pomar JL, Reifart N, Ribichini FL, Schalij MJ, Sergeant P, Serruys PW, Silber S, Sousa Uva M, Taggart D. (2010). Guidelines on myocardial revascularization. *Eur Heart J* 31, 2501-2555.
65. Williams GM, Roseborough GS, Webb TH, Perler BA, Krosnick T. (2004). Preoperative selective intercostal angiography in patients undergoing thoracoabdominal aneurysm repair. *J Vasc Surg* 39, 314-320.
66. Williams PL, Warwick R. (1980). *Gray's Anatomy*, 36th edn. Churchill Livingstone, Edinburgh.
67. Wraight WM, Tweedie DJ, Parkin IG. (2005). Neurovascular anatomy and variation in the fourth, fifth, and sixth intercostal spaces in the mid-axillary line: a cadaveric study in respect of the chest drain insertion. *Clin Anat* 18, 346-349.

## 8 ČLANEK KOT DEL DOKTORSKE DISERTACIJE

Članek, ki predstavlja izhodišče in osnovo doktorske naloge ter je del raziskovanja v povezavi z anatomskimi posebnostmi in kliničnim pomenom zadnjih medrebrnih arterij:

1. KOCBEK, Lidija, KRAJNC, Ivan, ANDERHUBER, Friedrich. Anatomical variations of the posterior intercostal arteries and the thoracic vertebral artery. *J. int. med. res.*, 2011, vol. 39, no. 3, str. 1001-1005. [COBISS.SI-ID [3996223](#)]

# Anatomical Variations of the Posterior Intercostal Arteries and the Thoracic Vertebral Artery

L KOCBEK<sup>1</sup>, I KRAJNC<sup>2</sup> AND F ANDERHUBER<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Institute of Anatomy, Histology and Embryology, and <sup>2</sup>Department of Internal Medicine, Faculty of Medicine, University of Maribor, Maribor, Slovenia; <sup>3</sup>Institute of Anatomy, Medical University of Graz, Graz, Austria

This study evaluated the occurrence and frequency of the anatomical variations of the origin and course of the posterior intercostal arteries (PIA) in 44 human cadavers. During a classical anatomical dissection of each cadaver an anomalous course of the PIA, defined as a thoracic vertebral artery, was found in six (14%) individuals. Every dorsally coursing PIA was taken into account, regardless of its origin, and their different origins and course were described. A specific dorsal

course for the PIA was found in nine cases, which was bilateral in two cases. The variations that were found and that have been schematically presented will provide new information about the anatomical variations of the PIA. Consideration of the potential for anatomical variation of the PIA is important in vascular and thoracic surgery and in diagnostic and interventional radiology such as spinal angiography.

**KEY WORDS:** POSTERIOR INTERCOSTAL ARTERIES; THORACIC VERTEBRAL ARTERIES; ANATOMICAL VARIATION; THORACIC AORTA

## Introduction

There are 12 pairs of posterior intercostal arteries (PIA). The first two pairs originate via the supreme intercostal artery from the costocervical trunk of the subclavian artery and the lower nine (excluding the subcostal artery) are segmental dorsal branches of the descending aorta. Each artery gives off a number of branches for vascularization of the spinal cord, nerve roots, intercostal, pectoral and serratus muscles, mammary glands and skin.<sup>1-4</sup> Normally, the PIA run vertically to the ribs but sometimes they run dorsally between the ribs and the transverse processes, through the costotransverse

foramina, like the vertebral arteries.<sup>5</sup> Regardless of origin, all arteries that run through the costotransverse foramina of the upper thoracic region are named after Krassnig<sup>6</sup> as the thoracic vertebral arteries (synonyms: arteria vertebralis thoracalis, arteria vertebralis dorsalis, arteria vertebralis dorsi and arteria vertebralis descendens), despite the fact that the real thoracic vertebral artery originates from the vertebral artery or comes as the highest of the PIA direct from the thoracic aorta. The presence of the thoracic vertebral artery known in mammals is temporary in human embryos and its presence is connected to elongation of

the cervical canal.<sup>6,7</sup> The investigation by Krassnig<sup>6</sup> was centred on the thoracic vertebral arteries originating from the supreme intercostal artery, but little is known about the dorsal course of the PIA as direct branches of the thoracic aorta. There are also limited data defining the dorsal course of each PIA regarding their relationships with the neighbouring arteries, their origins and the course that they take to reach the corresponding intercostal space.

## Subjects and methods

### SUBJECTS AND PROTOCOL

Cadavers of individuals who donated themselves for scientific research and who had no macroscopic pathological and atherosclerotic lesions were selected for study. No selection criteria were used regarding gender, age or cause of death. The study was carried out at the Institute of Anatomy, Histology and Embryology, Faculty of Medicine, University of Maribor, Slovenia and at the Institute of Anatomy, Medical University of Graz, Graz, Austria. The study protocol was approved by The National Medical Ethics Committee of the Republic of Slovenia (NMEC), University Institute of Clinical Neurophysiology, Medical Centre Ljubljana, Ljubljana, Slovenia.

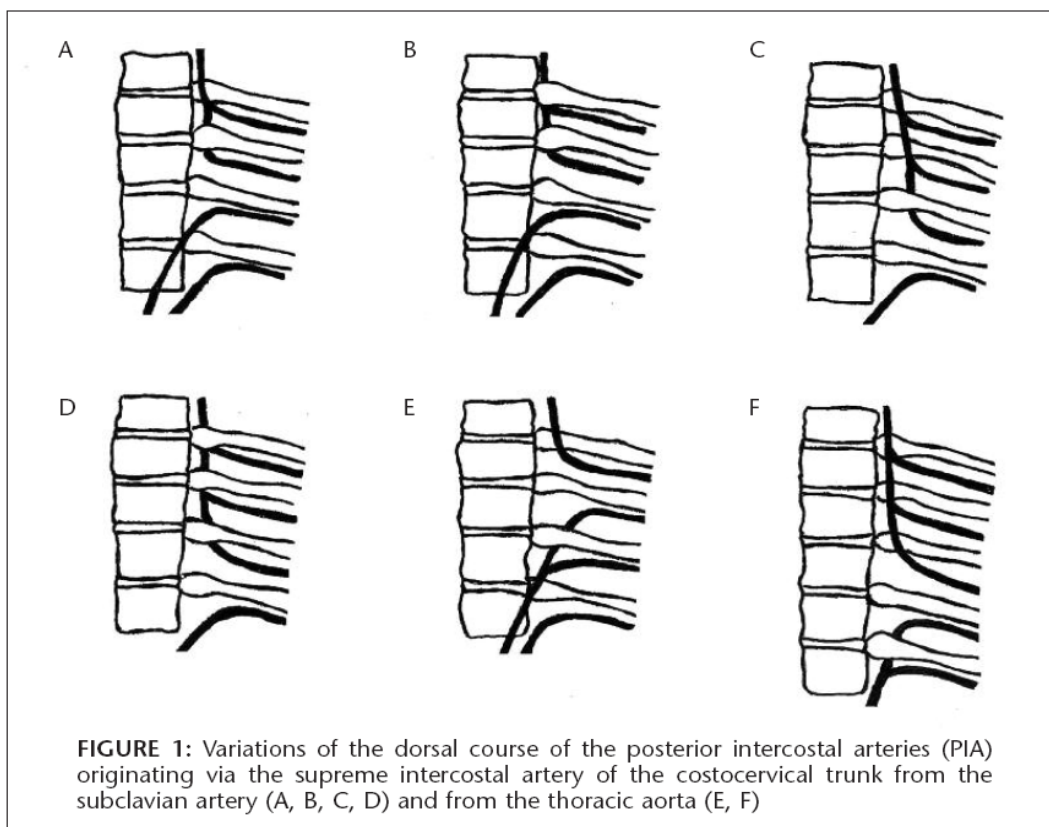
### ANATOMICAL DISSECTION

Classic anatomical macrodissection using standard anatomical pincettes and scalpels was performed. The cadavers were fixed using the method of Thiel<sup>8,9</sup> and the arteries were injected with a mass consisting of dextrin, latex and lead tetroxide, which provided the ideal firmness for dissection. The chest was opened by a midline thoracotomy, the ribs were cut at the mid-axillary line, and the heart and lungs were removed to visualize the aorta. The external and internal intercostal muscles in the intercostal spaces

were removed and fine preparation of the arteries of interest was undertaken.

## Results

A total of 44 cadavers were examined and a specific dorsal course for the PIA was found in nine cases, which was bilateral in two (5%) cases. An anomalous course of the PIA, defined as a thoracic vertebral artery, was found in six (14%) individuals. Five (6%) out of 88 paired arteries from the 44 specimens originated via the supreme intercostal artery from the costocervical trunk of the subclavian artery: three on the left and two on the right. The course pattern of the PIA was different regarding the number of intercostal arteries originating either from the supreme intercostal artery or the thoracic aorta. In one case the first and second PIA originated from the supreme intercostal artery but only the second PIA was found to be running dorsally to the second rib (Fig. 1A). In another case the first and second PIA originated from the supreme intercostal artery and both were running dorsally to the first and second rib (Fig. 1B). In one case, all three PIA originated from the supreme intercostal artery but only the third one was running dorsally to the third rib (Fig. 1C) and, in one case, all of the first three PIA were running dorsally to the first, second and third ribs (Fig. 1D). Four of the 88 arteries (5%) were direct branches of the thoracic aorta, with two on each side. All dorsally coursing PIA derived from the thoracic aorta formed a common trunk with the artery above or below: in one case, with regard to the second and third PIA, the second PIA went upwards and dorsally to the third rib (Fig. 1E); and, in three cases, with regard to the fourth and the fifth PIA, the fourth artery ran upwards and dorsally to the fifth rib (Fig. 1F; Fig. 2 – see arrow). There was no evidence of dorsally coursing PIA in the lower



intercostal spaces.

In two individuals, a bilateral pattern of the thoracic vertebral artery was found. In one, the first and second PIA originated from the supreme intercostal artery, but only the second PIA ran dorsally to the second rib (Fig. 1A). In another individual, the fourth and the fifth PIA originated from the thoracic aorta via a common trunk. After branching from the fifth PIA, the fourth PIA ran perpendicular over the dorsal side of the fifth rib into the fourth intercostal space (Fig. 1F; Fig. 2 – see arrow) and continued its common course in the intercostal space between the intercostal vein and nerve.

## Discussion

Many variations are known to occur relating to the site of the orifice, size, number of

branches, supply area and other variables affecting the PIA or an entire arterial segment.<sup>10-12</sup> The anomalous dorsal course of the PIA of different origins is rare and it has been investigated by only two other groups.<sup>5,13,14</sup> Lippert and Pabst<sup>5</sup> reported a frequency of 5% for dorsally coursing PIA from the supreme intercostal artery and the third PIA originating from the thoracic aorta has been reported in 4% of cases.<sup>1-4</sup> In contrast, in the present study, every dorsally coursing artery was taken into account regardless of its origin, rather than just the first two or three PIA. The dorsal course of the fourth PIA has never been described before, but it was found to originate as a common trunk with the fifth PIA from the thoracic aorta, even bilaterally. All dorsal PIA from the thoracic aorta were found to originate

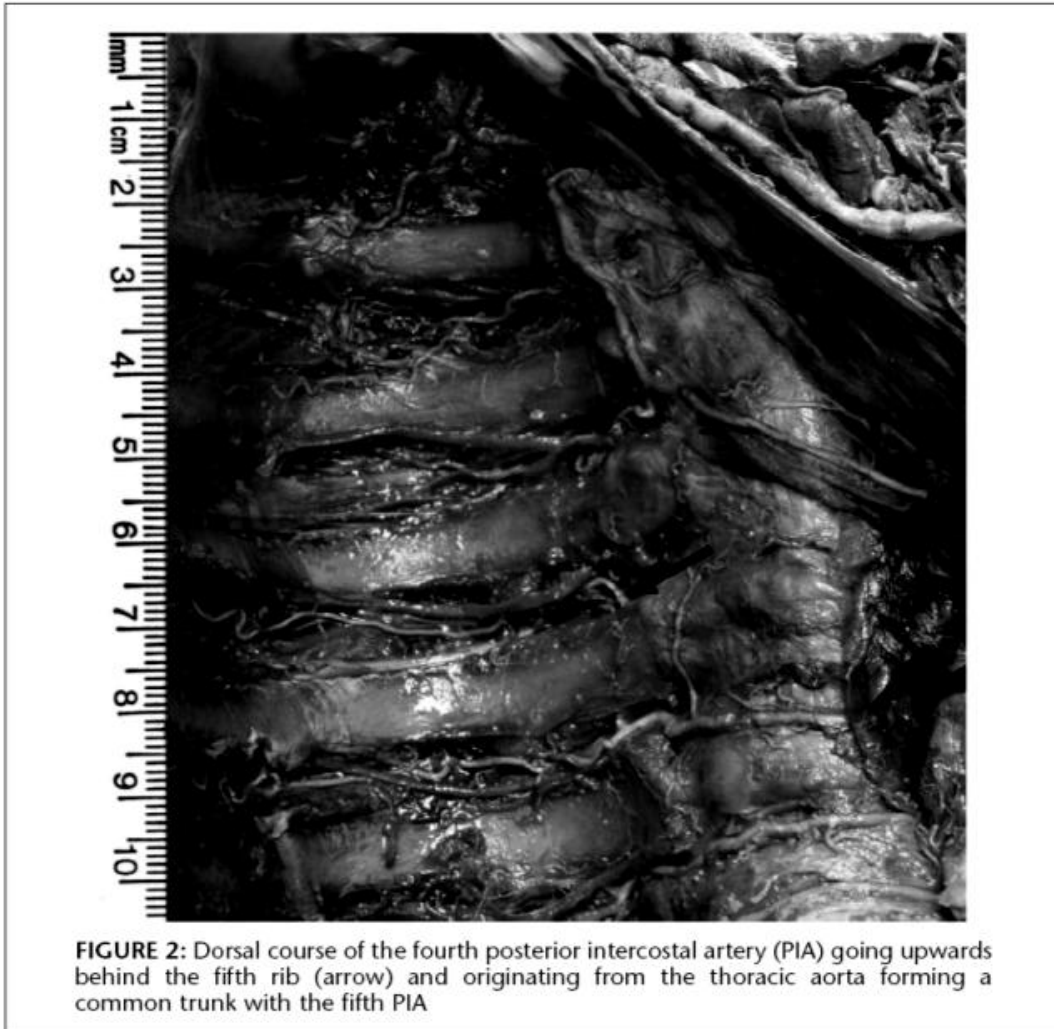


FIGURE 2: Dorsal course of the fourth posterior intercostal artery (PIA) going upwards behind the fifth rib (arrow) and originating from the thoracic aorta forming a common trunk with the fifth PIA

via a common trunk with the artery above or below. During embryonic development the cephalic folding, growth of the forebrain and elongation of the neck push the heart from the level of cervical flexure into the thoracic cavity and is responsible for the formation of a common trunk between two neighbouring PIA, which is formed by the proximal end of either one or other artery, by which it causes the more cranial intercostal arteries to take an upward course. The close physical origins, therefore, explain the occurrence of trunk formations involving two or more arteries.<sup>5</sup>

The side on which the arteries were positioned dorsally occurred almost equally on the left and right in the present study, compared with Adachi<sup>13</sup> who found the dorsal supreme intercostal artery more frequently on the right side and the dorsal artery from the thoracic aorta more frequently on the left side. The dorsal course of the supreme intercostal artery or those of thoracic aortal origin are usually an incidental finding without any reported contribution to the patient's symptoms. Knowledge of anatomical variations in the



course of the PIA is important in vascular and thoracic surgery, in diagnostic and interventional radiology, especially in spinal angiography.<sup>4,15 - 18</sup> During spinal angiographic imaging the radiologist should take into consideration any possible variation of the origin and course of the PIA because of its importance in angiography in this area.

In conclusion, the present study has reported some anatomical variations of the dorsally coursing PIA that have not been

described previously. These variations, which might be due to pathological conditions such as atherosclerosis, elongation of the aorta, fracture of the spinal cord or ribs or as a result of an abnormal alignment of the spinal column, should be taken into consideration in clinical practice.

### Conflicts of interest

The authors had no conflicts of interest to declare in relation to this article.

- Received for publication 17 January 2011 • Accepted subject to revision 7 February 2011
- Revised accepted 5 April 2011

Copyright © 2011 Field House Publishing LLP

### References

- 1 Williams PL, Warwick R: *Gray's Anatomy*, 36th edn. Edinburgh: Churchill Livingstone, 1980; pp 692 - 710.
- 2 Hollinshead WH: *Anatomy for Surgeons, Vol II. The Thorax, Abdomen and Pelvis*. New York: Harper & Row, 1972; pp 7 - 9.
- 3 Carmichael SW, Gloviczki P: Anatomy of the blood supply to the spinal cord: the artery of Adamkiewicz revisited. *Perspect Vasc Surg Endovasc Ther* 1999; 12: 113 - 122.
- 4 Moore KL, Dalley AF: *Clinically Oriented Anatomy*, 5th edn. Baltimore: Lippincott Williams & Wilkins 2006; pp 173 - 180.
- 5 Lippert H, Pabst R: *Arterial Variations in Man, Classification and Frequency*. Munich: JF Bergmann, 1985; pp 14 - 15.
- 6 Krassnig M: Von der Arteria vertebralis thoracica der Saeuger und Voegel. *Anat H* 1913; 49: 524 - 609 [in German].
- 7 Pitzorno M: Ricerche di morfologia comparata sopra le arterie succlavia ed ascellare. *Arch It Anat Embriol* 1903; 2: 324 - 343 [in French].
- 8 Thiel W: The preservation of the whole corpse with natural color. *Ann Anat* 1992; 174: 185 - 195 [in German, English abstract].
- 9 Thiel W: An arterial substance for subsequent injection during the preservation of the whole corpse. *Ann Anat* 1992; 174: 197 - 200 [in German, English abstract].
- 10 Khan S, Haust MD: Variations in the aortic origin of intercostal arteries in man. *Anat Rec* 1979; 195: 545 - 552.
- 11 Nathan H, Barkay M, Orda R: Anatomical observations on the origin and course of the aortic intercostal arteries. *J Thorac Cardiovasc Surg* 1970; 59: 372 - 375.
- 12 Mughal IA, Aziz N, Irfan N: Posterior intercostal arteries in human cadavers; incidence of arch like anastomotic vessels. *Professional Med J* 2004; 11: 471 - 473.
- 13 Adachi B: *Das Arteriensystem der Japaner*, Vol 1. Kyoto: Maruzen, 1928; pp 2 - 10.
- 14 Adachi B: *Das Arteriensystem der Japaner*, Vol 2. Kyoto: Maruzen, 1928; pp 190 - 196.
- 15 da Rocha RP, Vengjer A, Blanco A, et al: Size of the collateral intercostal artery in adults: anatomical consideration in relation to thoracocentesis and thoracoscopy. *Surg Radiol Anat* 2002; 24: 23 - 26.
- 16 Wraight WM, Tweedie DJ, Parkin IG: Neurovascular anatomy and variation in the fourth, fifth, and sixth intercostal spaces in the mid-axillary line: a cadaveric study in respect of chest drain insertion. *Clin Anat* 2005; 18: 346 - 349.
- 17 Williams GM, Roseborough GS, Webb TH, et al: Preoperative selective intercostal angiography in patients undergoing thoracoabdominal aneurysm repair. *J Vasc Surg* 2004; 39: 314 - 320.
- 18 Shimizu S, Tanaka R, Kan S, et al: Origins of the segmental arteries in the aorta: An anatomic study for selective catheterization with spinal arteriography. *AJNR Am J Neuroradiol* 2005; 26: 922 - 928.

Author's address for correspondence

**Dr Lidija Kocbek**

Institute of Anatomy, Histology and Embryology, Faculty of Medicine, University of Maribor, Slomškov trg 15, SI-2000 Maribor, Slovenia.

E-mail: lidija.kocbek@gmail.com

## 9 PRILOGE

### Zahvala

Rada bi se zahvalila mentorici, prof. dr. Boženi Pejković, za spodbudo, strokovno pomoč in podporo pri nastajanju doktorske naloge. Hvala tudi članom komisije za oceno doktorske naloge.

Hvala prof. dr. Friedrichu Anderhuberju, predstojniku Inštituta za anatomijo Medicinske univerze v Gradcu, za strokovno pomoč in material za raziskavo ter laborantom za tehnično pomoč.

Hvala Tapajner Alojzu za pomoč pri statistični obdelavi podatkov.

Posebna zahvala Nelu, Davidu in staršem za ljubezen, moralno podporo in potrpežljivost v času študija.

Hvala tudi sodelavcem Inštituta za anatomijo, histologijo in embriologijo in vsem ostalim, ki so me vzpodbujali in mi na kakršenkoli način pomagali pri nastajanju doktorske naloge.

# Življenjepis

## OSEBNI PODATKI

Ime in Priimek

**LIDIJA KOCBEK**

Naslov

Špindlerjeva ulica 4g  
2310 Slovenska Bistrica

Elektronska pošta

lidija.kocbek@uni-mb.si

Datum rojstva

30.04.1981

Službeni naslov

Inštitut za anatomijo, histologijo in embriologijo  
Medicinska fakulteta  
Univerza v Mariboru  
Slomškov trg 15  
2000 Maribor

Telefon

02/330-58-58

Telefax

02/330-58-53

## IZOBRAZBA

- Obdobje
- Naziv ustanove

od 2007 - danes  
Univerza v Mariboru  
Medicinska fakulteta

- Smer
- Stopnja izobrazbe

Biomedicinska tehnologija  
Doktorat znanosti

- Obdobje
- Naziv ustanove

2000 - 2006  
Univerza v Ljubljani  
Veterinarska fakulteta

- Smer
- Stopnja izobrazbe
- Naziv

Veterinarstvo  
Univerzitetna izobrazba  
dr.vet.med

- Obdobje 1996 - 2000
- Naziv ustanove Srednja zdravstvena šola Juga Polak Maribor
- Stopnja izobrazbe Srednja šola
- Naziv Zdravstveni tehnik

- Obdobje 1988 - 1996
- Naziv ustanove OŠ Dušan Flis Hoče
- Stopnja izobrazbe Osnovna šola

#### DELOVNE IZKUŠNJE

- Obdobje 2007 - danes
- Delovno mesto Visokošolski sodelavec/asistent za področje Anatomija
- Ime in naslov delodajalca Inštitut za anatomijo, histologijo in embriologijo  
Medicinska fakulteta  
Univerza v Mariboru  
Slomškov trg 15  
2000 Maribor
- Zadolžitve in odgovornosti Izvajanje izobraževalnega dela - vodenje in izvedba vaj pri predmetu Anatomija s histologijo in embriologijo
- Obdobje 2006 - 2007
- Delovno mesto Strokovna sodelavka v kardiovaskularnem oddelku
- Ime in naslov delodajalca Abbott Laboratories d.o.o.  
Dolenjska cesta 242c  
1000 Ljubljana
- Zadolžitve in odgovornosti Obiskovanje in informiranje zdravnikov in farmacevtov o proizvodih  
Organizacija regionalnih sestankov in srečanj in sodelovanje na let-teh

## PRIZNANJA

- Obdobje 2009
  - Vrsta Prof.dr.Zora Janžekovič  
Za zgledno delo na področju sodelovanja s študenti in pedagoškega procesa
- Obdobje 2004
  - Vrsta Veterinarska fakulteta  
Najboljši uspeh študenta v 4. letniku

## ČLANSTVA

- Obdobje 2007 - danes
  - Vrsta Komisija za mednarodno sodelovanje Medicinske fakultete Univerze v Mariboru  
Sodelovanje matične fakultete s fakultetami v tujini in izmenjava študentov po programu Socrates Erasmus
- Obdobje 2005
  - Vrsta International veterinary student's association I.V.S.A.  
Organizacija mednarodnih izmenjav in kongresa Ljubljana - Dunaj
- Obdobje 2003 - 2005
  - Vrsta predstavnica študentov v Senatu Veterinarske fakultete

## LIDIJA KOCBEK [30250]

### Osebna bibliografija za obdobje 2011-2012

#### ČLANKI IN DRUGI SESTAVNI DELI

##### 1.01 Izvirni znanstveni članek

1. KOŠUTIĆ, Damir, PEJKOVIĆ, Božena, ANDERHUBER, Friedrich, VADNJAL, Sabina, ŽIC, Rado, GULIC, Rozita, KRAJNC, Ivan, ŠOLMAN, Lea, KOCBEK, Lidija. Complete mapping of lateral and medial sural artery perforators : anatomical study with Duplex-Doppler ultrasound correlation. *Journal of plastic, reconstructive & aesthetic surgery*, 2012, vol. 65, issue 11, str. 1530-1536, doi: [10.1016/j.bjps.2012.04.045](https://doi.org/10.1016/j.bjps.2012.04.045). [COBISS.SI-ID [512228408](#)]

2. KOCBEK, Lidija, KRAJNC, Ivan, ANDERHUBER, Friedrich. Anatomical variations of the posterior intercostal arteries and the thoracic vertebral artery. *J. int. med. res.*, 2011, vol. 39, no. 3, str. 1001-1005. [COBISS.SI-ID [3996223](#)]

##### 1.12 Objavljeni povzetek znanstvenega prispevka na konferenci

3. PEJKOVIĆ, Božena, KOCBEK, Lidija, KOŠUTIĆ, Damir, BELE, Uroš, KELC, Robi, ŠARENAC, Tomislav, KRAJNC, Ivan. Anatomical peculiarities of cardiac blood vessels in the human heart. V: PEJKOVIĆ, Božena (ur.), ŠTIBLAR-MARTINČIČ, Draga (ur.). 3rd International Symposium of Clinical and Applied Anatomy, University of Maribor, Faculty of Medicine, 22-24 July 2011. *Book of abstracts*. Maribor: Faculty of Medicine, 2011, str. 19. [COBISS.SI-ID [512135992](#)]

4. KOCBEK, Lidija, PEJKOVIĆ, Božena. Anatomical peculiarities of the posterior intercostal arteries. V: PEJKOVIĆ, Božena (ur.), ŠTIBLAR-MARTINČIČ, Draga (ur.). 3rd International Symposium of Clinical and Applied Anatomy, University of Maribor, Faculty of Medicine, 22-24 July 2011. *Book of abstracts*. Maribor: Faculty of Medicine, 2011, str. 31-32. [COBISS.SI-ID [512136248](#)]

**UNIVERZA V MARIBORU  
MEDICINSKA FAKULTETA  
IZJAVA DOKTORSKEGA KANDIDATA**

Podpisani-a \_\_\_\_\_ **KOCBEK LIDIJA** \_\_\_\_\_, vpisna številka \_\_\_\_30804819\_\_\_\_

**izjavljam,**

da je doktorska disertacija z naslovom \_\_\_\_\_ **Anatomske posebnosti in klinični pomen zadnjih medrebrnih arterij (*aa. intercostales posteriores*)** \_\_\_\_\_

- rezultati lastnega raziskovalnega dela,
- da predložena disertacija v celoti ali v delih ni bila predložena za pridobitev kakršnekoli izobrazbe po študijskem programu druge fakultete ali univerze,
- da so rezultati korektno navedeni in
- da nisem kršil-a avtorskih pravic in intelektualne lastnine drugih.

Podpis doktorskega-e kandidata-ke:

\_\_\_\_\_