

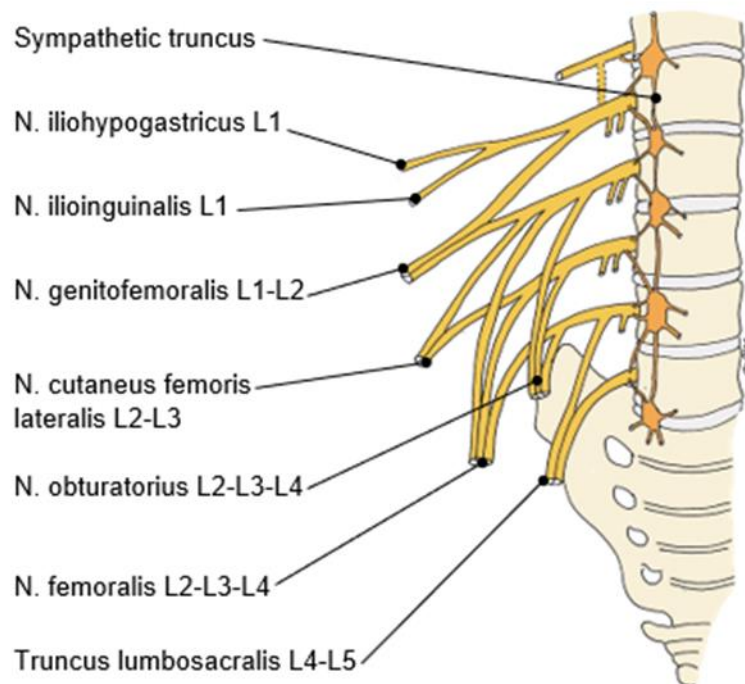
## 2 Poglavlje:

### ŽIVCI IN ŽILE MEDENIČNEGA DNA, VKLJUČENI PRI EREKCIJI MOŠKEGA SPOLNEGA UDA

Eva Strle, Andrej Starc in Raja Dahmane

#### 2.1 Inervacija mišic moškega medeničnega sna

Medenično dno oživčujejo predvsem križnični in trtični živci ter križnični del avtonomnega živčnega sistema. Hruškasta mišica (lat. *m. piriformis*) in trtična mišica (lat. *m. coccygeus*) tvorita bazo križničnemu pletežu (lat. *plexus sacralis*) in trtičnemu pletežu (lat. *plexus coccygeus*). Križnični pletež se nahaja na zadnji strani male medenice, na kateri je tesno povezan s sprednjo površino hruškaste mišice. Glavna živca križničnega pleteža sta ishiadični živec (lat. *n. ischiadicus*) in pudendalni živec (lat. *n. pudendus*), ki ležita ekstrapertitonealno. Večina vej navedenega pleteža zapušča medenico skozi veliko sednično odprtino (lat. *foramen ischiadicum majus*). Trtični pletež pa je majhna mreža živčnih vlaken, ki jo tvorijo ventralne veje S4 in S5 ter trtični živec (lat. *n. coccygeus*). Pletež leži na površini trtične mišice in jo oživčuje, prav tako pa oživčuje tudi del mišice dvigalka zadnjika (lat. *levator ani*) (Moore & Dalley, 1999). Glavni živci, ki oskrbujejo mišice medeničnega dna, so podrobneje opisani v nadaljevanju (Slika 1).



Slika 1: Lumbosakralni pletež (Dahmane et al., 2024).

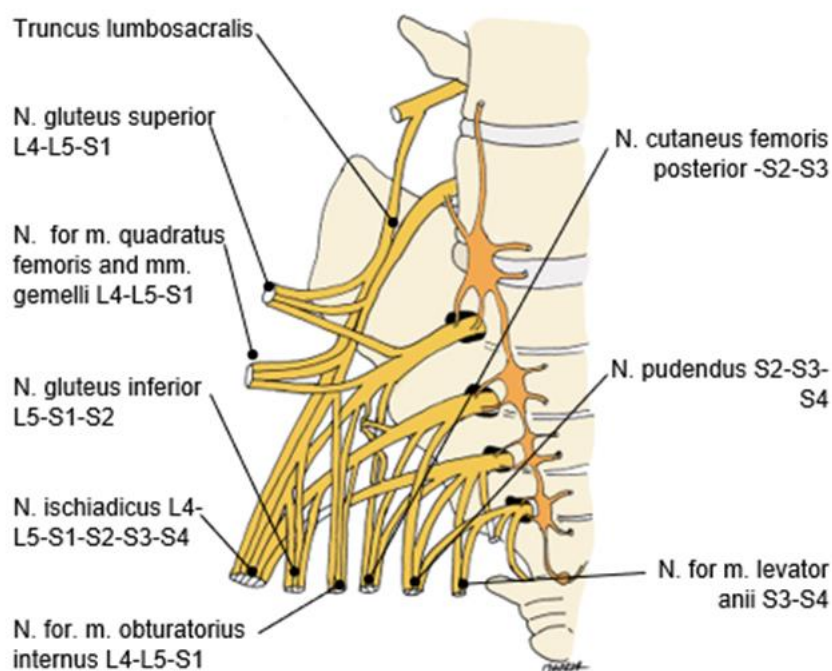
## 2.2 Pudendalni živec

Pudendalni živec (lat. *n. pudendus*) izvira iz ventralnih vej spinalnih živcev S2–S4 križničnega pleteža (slika 2). Nahaja se ob notranji pudendalni arteriji (lat. *a. pudenda interna*), poteka med hruškasto mišico in trtično mišico skozi veliko sednično odprtino, pri kateri naredi lok okrog sedničnega trna (lat. *spina ishiadica*), in nato vstopi nazaj v medenico skozi malo sednično odprtino (lat. *foramen ischiadicum minus*) (Moore & Dalley, 1999). Nadalje poteka za sakrotuberalnim ligamentom (lat. *lig. sacrotuberale*) in se nadaljuje vzdolž stranske stene ishioanalne vdolbine (lat. *fossa ischioanale*) skozi Alcockov kanal ali pudendalni kanal (lat. *canalis pudendalis*), v katerem je obdan z ovojnico obturatorne fascije (Smith et al., 2015).

Pudendalni živec se v končnem delu razdeli na tri veje (Schraffordt et al., 2004):

- spodnji rektalni živci (lat. *nn. rectales inferiores*), ki izvirajo proksimalno od Alcockovega kanala;
- perinealni živci (lat. *nn. perineales*), ki se delijo na površinsko in globoko vejo, predstavljajo največji del in najnižje ležečo vejo pudendalnega živca;
- dorzalni živec penisa (lat. *n. dorsalis penis*) pri moških ali dorzalni živec klitorisa (lat. *n. dorsalis clitoridis*) pri ženskah.

Pudentalni živec je glavni živec presredka in glavni živec zunanjih genitalij. Pudentalne veje oživčujejo: zunanje genitalije, dvigalko zadnjika (*levator ani*), ishiokavernozno mišico (lat. *m. ischiocavernosus*), bulbospongiozno mišico (lat. *m. bulbospongiosus*), globoko transverzalno mišico perineja (lat. *m. transversus profundus perinei*), povrhnjo transverzalno mišico perineja (lat. *m. transversus superficialis perinei*), zunanjo zapiralko anusa (lat. *sphincter externus ani*) in zunanjo zapiralko sečnice (lat. *sphincter externus urethrae*) (Moore & Dalley, 1999). Živčne veje so udeležene tudi pri zunanjih genitalnih občutkih, urinski in analni kontinenci, orgazmu in ejakulaciji (Jorge & Bustamante - Lopez, 2022).



Slika 2: Pudentalni živec (*n. pudendus*) in njegove veje (Dahmane et al., 2024).

### 2.3 Avtonomni medenični živci

Medenični splanhnični živci (lat. *nn. splanchnici pelvici*) vsebujejo parasimpatična vlakna, ki izvirajo iz segmentov hrbtenjače S2–S4, ter visceralna aferentna vlakna iz celičnih teles v hrbtenjačnih ganglijih ustreznih hrbtenjačnih živcev. Običajno je prispevek tretjega križničnega živca največji (Sharabi & Carey, 2023).

Hipogastrični pleteži so mreže avtonomnih živcev. Glavni del zgornjega hipogastričnega pleteža (lat. *plexus hypogastricus superior*) leži tik pod bifurkacijo aorte in se nato spušča v medenico. Pletež je spodnji podaljšek intermezenteričnega pleteža, ki vključuje splanhnično

nitje L3 in L4 (slika 2). Veje zgornjega hipogastričnega pleteža vstopijo v medenico in se razdelijo v dva hipogastrična živca, desni in levi hipogastrični živec (lat. *n. hypogastricus dexter et sinister*). Živca se pri moških spuščata stransko od danke znotraj hipogastričnih ovojnic, nato pa se pahljačasto razširita, kar imenujemo spodnji hipogastrični pletež (lat. *plexus hypogastricus inferior*), ki ga tvorijo medenični splanhnični živci in tudi hipogastrični živci. Podaljški tega pleteža prehajajo v prostato, semenjak in v inferolateralne površine sečnega mehurja, na katere hipogastrični živec deluje simpatično, medenični splanhnični živci pa parasimpatično (Moore & Dalley, 1999).

Tabela 1 predstavlja inervacijo medeničnega dna s prevladujočimi živci in njihovo vlogo.

*Tabela 1: Inervacija mišic medeničnega dna.*

Živec	Izvor	Vloga
<i>Pudendalni živec (lat. n. pudendus)</i>	S2, S3, S4	Senzorično oživčenje genitalij, živčne veje za perinealne mišice (lat. <i>mm. perinei</i> zunanjo zapiralko zadnjika ( <i>sphincter externus ani</i> ) in zunanjo zapiralko sečnice (lat. <i>sphincter externus urethrae</i> )
<i>Medenični splanhnični živci (lat. nn. splanchnici pelvici)</i>	S2, S3, S4	Parasimpatična aktivnost mehurja, leve strani črevesja, sigmoidnega črevesja (lat. <i>colon sigmoideum</i> ) in danke (lat. <i>rectum</i> ). Zasluženi tudi za nocicepcijo.

Tabela 2 predstavlja podrobno delitev pudendalnega živca in vlogo posameznih vej. Pudendalni živec sestavlja 30 % avtonomnih živčnih vlaken in 70 % somatskih živčnih vlaken, od katerih jih je 50 % senzoričnih in 20 % motoričnih (Rojas - Gómez et al., 2017).

Tabela 2: Pudendalni živec (lat. n. pudendus) in njegove veje.

<i>n. pudendus (S2–S4)</i>			
Veja	<i>n. dorsalis penis (S2)</i>	<i>nn. perineales (S2, S3, S4)</i>	<i>nn. rectales inferiores (S3)</i>
Senzorična inervacija	Eretilno tkivo corpus cavernosus in crus penisa/klitorisa ter koža nad dorzolateralno stranjo prepucija, glavice in penisa	Globoka veja: spodnja tretjina vagine in sečnice Površinska medialna in posterolateralna veja: zadnji del perinealne kože, male in velike sramne ustnice	Senzorična inervacija kože okrog anusa in kavdalne tretjine rektuma
Motorična inervacija	Mišice, ki sodelujejo pri erekciji	Globoka veja: <i>m. transversus profundus perinei</i> , <i>m. transversus superficialis perinei</i> , <i>m. bulbospongiosus</i> , <i>m. ischiocavernosus</i> , <i>sphincter externus urethrae</i> , <i>sphincter externus ani (ant.)</i> in več predelov <i>m. levator ani</i> Površinska medialna in posterolateralna veja: zunanja sfinktra in več predelov <i>m. levator ani</i>	<i>m. levator ani</i> in <i>sphincter externus ani</i>
Avtonomna vloga	Začetek in vzdrževanje erekcije (parasimpatično nitje)	Globoka veja: Zavesten občutek potrebe po uriniranju	Zavestna potreba po defekaciji

## 2.4 Oskrba mišic medeničnega dna s krvjo

### 2.4.1 Arterijski sistem

Medenično votlino oskrbujejo štiri glavne arterije, od katerih sta dve parni in dve neparni.

Glavne arterije, ki oskrbujejo medenični prostor, so:

- notranja črevnična arterija (lat. *a. iliaca interna*) (parni arteriji);
- testikularna arterija/ovarijska arterija (lat. *a. testicularis/a. ovarica*) (parni arteriji);
- srednja križnična arterija (lat. *a. sacralis mediana*) (neparna arterija);
- zgornja rektalna arterija (lat. *a. rectalis superior*) (neparna arterija) (Moore & Dalley, 1999).

#### **2.4.2 Notranja črevnična arterija**

Začetek notranje črevnične arterije (lat. *a. iliaca interna*) je ob razvejitvi skupne črevnične arterije (lat. *a. iliaca communis*) v višini vretenc L5/S1. Leži anteriorno od sakroiliakalnega sklepa in je od njega ločena z notranjo črevnično veno (lat. *v. iliaca interna*) in lumbosakralnim deblom (lat. *truncus lumbosacralis*). Vsaka notranja črevnična arterija je dolga približno 4 cm in prehaja v malo medenico. Medialno od nje se nahajata zunanja črevnična vena (lat. *v. iliaca externa*) in obturatorni živec (lat. *n. obturatorius*), lateralno pa perinej. V višini zgornjega roba velike sednične odprtine se nato razveji na anteriorno in posteriorno divizijo. Veje anteriorne divizije so predvsem visceralne (oskrbujejo mehur, danko in reproduktivne organe), dve veji oskrbujeta tudi glutealne mišice in stegno. Veje sprednjega debla so: notranja pudendalna arterija (lat. *a. pudenda interna*), umbilikalna arterija (lat. *a. umbilicalis*), obturatorna arterija (lat. *a. obturatoria*), srednja rektalna arterija (lat. *a. rectalis media*), spodnja glutealna arterija (lat. *a. glutea inferior*), spodnja vezikalna arterija (lat. *a. vesicalis inferior*) (pri moških). Veje zadnje divizije so tri ter oskrbujejo predvsem medenične in glutealne mišice. Te so: zgornja glutealna arterija (lat. *a. glutea superior*), črevnično ledvena arterija (lat. *a. iliolumbalis*) in stranske sakralne arterije (lat. *aa. sacrales laterales*) (Moore & Dalley, 1999).

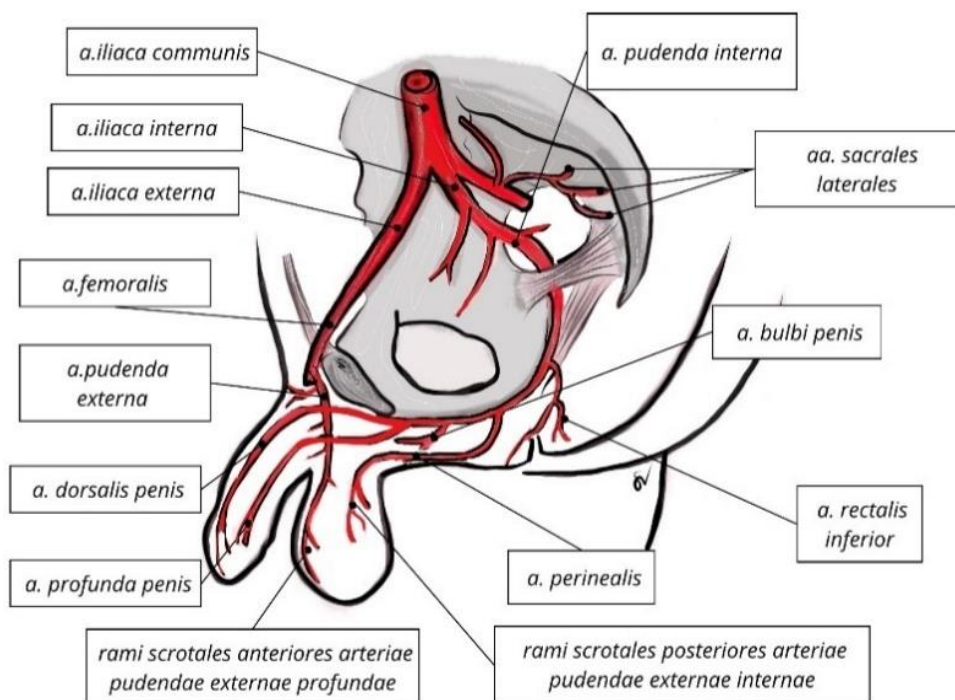
#### **2.4.3 Notranja pudendalna arterija**

Notranja pudendalna arterija (lat. *a. pudenda interna*) je končna veja anteriorne divizije notranje črevnične arterije. Pri obeh spolih je to glavna arterija, ki oskrbuje strukture perineja. Poteka anteriorno od hruškaste mišice in križničnega pleteža ter zapušča medenico med hruškasto in trtično mišico skozi spodnji del velike sednične odprtine. Notranja pudendalna arterija nato poteka okrog posteriorne strani sedničnega trna in sakrospinalnega ligamenta (lat. *lig. sacrospinale*) ter vstopi v ishioanalno vdolbino (lat. *fossa ischioanal*) skozi malo sednično odprtino. Notranja pudendalna arterija skupaj z notranjo pudendalno veno (lat. *v. pudenda interna*) in vejami pudendalnega živca (lat. *n. pudendus*) prehaja skozi pudendalni kanal na lateralni steni ishioanalne vdolbine. Ob izstopu iz pudendalnega kanala se notranja pudendalna arterija razdeli na svoje končne veje (Moore & Dalley, 1999) (Slika 3). Tabela 3 prikazuje podroben opis značilnosti navedene arterije.

Tabela 3: Značilnosti notranje pudendalne arterije (lat. *a. pudendae internae*).

Izvor	Anteriorna divizija/deblo notranje črevnične arterije ( <i>a. iliaca interna</i> )
Veje	→ oba spola: spodnja rektalna arterija ( <i>a. rectalis inferior</i> ), perinealna arterija ( <i>a. perinealis</i> ), sečnična arterija ( <i>a. urethralis</i> ) → moški: bulbarna arterija spolnega uda ( <i>a. bulbi penis</i> ), globoka arterija spolnega uda ( <i>a. profunda penis</i> ), dorzalna arterija spolnega uda ( <i>a. dorsalis penis</i> ), zadnje veje modnika notranje pudendalne arterije ( <i>rami scrotales posteriores arteriae pudendae internae</i> )
Področja oskrbe	Presredek, koža ter mišice analne in urogenitalne regije, danko in področja zunanjih genitalij

Oskrba mišice dvigalke zadnjika (lat. *levator ani*) je predvsem iz notranje pudendalne arterije (lat. *a. pudenda interna*), spodnje vezikalne arterije (lat. *a. vesica inferior*) in spodnje glutealne arterije (lat. *a. glutea inferior*) (Gowda & Bordoni, 2022). Mišice perineja oskrbuje predvsem perinealna arterija (lat. *a. perinealis*), ki je veja notranje pudendalne arterije (Siccardi & Bordoni, 2023).



Slika 3: Notranja pudendalna arterija (*a. pudenda interna*) in njene veje (Sophie Vinci).

## 2.5 Venski sistem

Kri iz medenice odvajata predvsem notranji črevnični veni (desna in leva) (lat. *v. iliaca interna*, *v. hypogastrica dextra et sinistra*) in njuni pritoki, nekaj krvi pa se odvaja tudi po drugi venah (lat. *v. rectalis superior*, *v. sacralis mediana* in *v. testicularis*) (Moore & Dalley, 1999).

Notranja črevnična vena (lat. *v. iliaca interna*) se začne na zgornjem delu velike sednične odprtine, potuje navzgor in nazaj ter rahlo medialno ob notranji črevnični arteriji (lat. *a. iliaca interna*). V višini medeničnega roba se združi z zunanjo črevnično veno (lat. *v. iliaca externa*) ter tako tvori skupno črevnično veno (lat. *v. iliaca communis*). Leva in desna skupna črevnična vena se združita na nivoju L5 in se nato izlivata v spodnjo votlo veno (lat. *v. cava inferior*) (Moore & Dalley, 1999).

Medenični venski pleteži (lat. *plexus venosus*) nastanejo z združevanje ven v medenici. Različni pleteži se združijo (lat. *plexus venosus rectalis*, *plexus venosus vesicalis*, *plexus venosus prostaticus*) in se skupaj izlivajo predvsem v notranjo črevnično veno (lat. *v. iliaca interna*), nekateri pa se izlivajo prek zgornje rektalne vene (lat. *v. rectalis superior*) v



spodnjo mezenterično veno (lat. *v. mesenterica inferior*) ali prek stranskih križničnih ven (lat. *vv. sacrales laterales*) v notranji vertebralni venozni pletež.

## 2.6 LITERATURA IN VIRI

- Gošnak Dahmane, Raja, Boc, Anja, Jarrar, Salah, Mougou Zrelli, Soumaya, Ghannouchi, Slaheddine. General anatomy : introduction to clinical practice. 1st digital ed. Sousse: Faculty of Medicine; Ljubljana: University of Ljubljana Press, 2024. ISBN 978-961-297-397-1. <https://ebooks.uni-lj.si/ZalozbaUL/catalog/book/628>, <https://www.zf.uni-lj.si/images/stories/datoteke/Zalozba/General.pdf>, Repozitorij Univerze v Ljubljani – RUL, Digitalna knjižnica Slovenije - dLib.si, DOI: 10.55295/9789612973971. [COBISS.SI-ID 207717635]
- Gowda, S. N., Bordoni, B. (2022). *Anatomy, abdomen and pelvis: levator ani muscle*. StatPearls Publishing. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK556078/>
- Jorge, J., & Bustamante - Lopez, L. (2022). Pelvic floor anatomy. *Annals of Laparoscopic And Endoscopic Surgery*, 7. <https://doi.org/10.21037/ales-2022-06>
- Moore, K. L., & Dalley, A. F. (1999). *Clinically oriented anatomy (4<sup>th</sup> ed.)*. Lippincott Williams & Wilkins.
- Rojas - Gómez, M. F., Blanco - Dávila, R., Tobar - Roa, V., Gómez - González, A. M., Ortiz - Zableh, A. M., & Ortiz - Azuero, A. (2017). Regional anesthesia guided by ultrasound in the pudendal nerve territory. *Colombian Journal of Anesthesiology*, 45(3), 200–209. <https://doi.org/10.1016/j.rca.2017.05.005>
- Schraffordt, S. E., Tjandra, J. J., Eizenberg, N., & Dwyer, P. L. (2004). Anatomy of the pudendal nerve and its terminal branches: a cadaver study. *ANZ journal of surgery*, 74(1–2), 23–26. <https://doi.org/10.1046/j.1445-1433.2003.02885.x>
- Sharabi, A. F., & Carey, F. J. (2023). *Anatomy, abdomen and pelvis, splanchnic nerves*. StatPearls Publishing. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK560504/>
- Siccardi, M. A., Bordoni, B. (2023). *Anatomy, abdomen and pelvis, perineal body*. StatPearls Publishing. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK537345/>
- Smith, S., Hacking, C., Gaillard, F. (2015). *Pudendal nerve*. Radiopaedia.org. <https://doi.org/10.53347/rID-39968>