

3 Poglavlje:

INERVACIJA IN OSKRBA SPOLNEGA UDA S KRVJO

Polona Jezeršek, Andrej Starc in Raja Dahmane

3.1 Uvod

Spolni ud (lat. *penis*) je zunanji moški spolni organ (Gilroy et al., 2009), ki se nahaja v urogenitalnem trikotniku med zgornjo perinealno fascijo in globoko spodnjo perinealno fascijo (Sam & La Grange, 2023). Deli se na tri dele: bazo (lat. *radix penis*), telo (lat. *corpus penis*) in glavico (lat. *glans penis*) (Slika 1) (Gilroy et al., 2009).



Slika 1: Spolni ud – pogled od spredaj (Dahmane et al., 2024).

Telo penisa je zgrajeno iz dveh brecil spolnega uda (lat. *corpus cavernosus*) in brecila sečnice (lat. *corpus spongiosum*). Brecili spolnega uda sta podolgovati, vzporedni, zraščeni skupaj in ločeni s pretinom (lat. *septum penis*). V bazi spolnega uda, ki se nahaja tik pod Cowperjevimi žlezami, se brecili spolnega uda razdelita na dva kraka (lat. *crura penis*), ki se priraščata na spodnjih vejah sramnice (Dahmane, 2021). V bazi spolnega uda se nahajata ishiokavernozna (lat. *musculus ischiocavernosus*) in bulbospongiozna mišica (lat. *musculus bulbospongiosus*). Brecilo sečnice se nahaja v žlebu med brecili spodaj in se začne na bazi spolnega uda kot zadebelitev (lat. *bulbus penis*) ter konča kot glavica (lat. *glans penis*) (Slika 1). Brecili spolnega uda in brecilo sečnice vsebujejo erektilno tkivo, ki je gobasto ter vsebuje

gladko mišičje. V brecilih so široki, raztegljivi krvni prostori (lat. *cavernae*) (Gilroy et al., 2009; Dahmane, 2021).

Debela vezivna ovojnica (lat. *tunica albuginea*) obdaja vsako brecilo, vsa brecila skupaj pa obdaja skupna ovojnica, imenovana Buckova fascija (lat. *fascia penis profunda*), ki se deli na površinsko in globoko fascijo. Pod ovojnico v žlebu med brecili potekata dorzalna arterija in vena penisa (lat. *arteria* in *vena dorsalis penis*) (Dahmane, 2021).

Glavica spolnega uda ima obliko kapice, ki ima prosti rob (lat. *corona glandis*) in ločuje glavico od telesa. Na vrhu glavice je odprtina sečnice (lat. *meatus urethrae*). Duplikatura prepucij (lat. *preputium*) je kožna guba, ki je priraščena okrog prostega roba glavice. Tanka duplikatura (lat. *frenulum preputii*) jo na spodnji strani v sredini veže z glavico (Dahmane, 2021; Sam & LaGrange, 2023). Bazo spolnega uda podpirajo trije ligamenti. Suspensorni ligament (lat. *ligamentum suspensorium*), ki se narašča na sramnično simfizo, vleče spolni ud proti sramnici in ga podpira med erekcijo. Fundiformni ligament (lat. *ligamentum fundiforme*), ki leži superficialno glede na suspensorni ligament, se narašča nad belo črto (lat. *linea alba*) in se razdeli na dva kraka, ki potekata lateralno okrog spolnega uda. V bazi pod spolnim udom se ponovno združita in potekata skupaj v modnik. *Lig. arcuatum pubis* izvira iz telesa sramnice in sramnične simfize, prirašča pa se v globoko fascijo penisa (Buckovo fascijo) (Gilroy et al., 2009).

3.2 Inervacija spolnega uda

Inervaciji spolnega uda sta:

- avtonomna (simpaticična in parasimpaticična) – ta je ključna pri erekciji,
- somatska (senzorična in motorična) – ta je odgovorna za občutenje in kontrakcijo skeletnega mišičja (Slika 3) (Dean & Lue, 2005).

Parasimpaticično nitje poteka iz hrbteničnih segmentov od S2 do S4 in tvori sinapse znotraj ganglijev spodnjega hipogastričnega pleteža (lat. *plexusa hypogastricus inferior*). Postganglionarno parasimpaticično nitje zapusti pletež kot kavernožni živec (lat. *nervus cavernosus*) in oživčuje brecila (Dean et al., 2005). Parasimpaticično nitje vpliva na nabreklost erektilnega tkiva in povzroči erekcijo (Agur & Dalley, 2009).

Simpatično nitje spolnega uda poteka iz hrbteničnih segmentov od T11 do L2, ki tvorijo sinapse s simpatičnim deblom (lat. *truncus sympathicus*). Postganglionarno simpatično nitje poteka skozi spodnji hipogastrični pletež in se pridruži kavernoznemu živcu (Dean et al., 2005). Simpatično živčevje povzroči ejakulacijo in vazokonstrikcijo arterij (Agur & Dalley, 2009).

Somatska inervacija spolnega uda poteka po hrbteničnih segmentih od S2 do S4 prek pudendalnega živca (lat. *nervus pudendus*). Dorzalni živci zagotavljajo simpatično in senzorično inervacijo spolnega uda. Glavica spolnega uda ima veliko živčnih končičev. Baza spolnega uda je oživčena prek ilioingvinalnega živca (lat. *nervus ilioinguinalis*) (Gilroy et al., 2009).

3.2.1 Dorzalni živec spolnega uda

Dorzalni živec spolnega uda (lat. *nervus dorsalis penis*) je ena izmed treh končnih vej pudendalnega živca, ki se razveji v pudendalnem kanalu. Dorzalni živec spolnega uda spremlja potek notranje pudendalne arterije ob sednici. Nato poteka naprej ob robu sramnice med zgornjo in spodnjo fascijo urogenitalne diafragme. Potem ko predre spodnjo fascijo, odda vejo brecilu spolnega uda in poteka anteriorno poleg dorzalne arterije. Skupaj prečkata plasti suspenzornega ligamenta na dorzalni strani spolnega uda in se končata v glavici (Gilroy et al., 2009). Dorzalni živec spolnega uda oživčuje kožo penisa. Ima 8.290 ± 2.553 aksonov, ki so zbrani v 25–45 živčnih snopih, od katerih je polovica mielinizirana (Tunçkol et al., 2023).

3.2.2 Kavernozni živci spolnega uda

Kavernozni živci spolnega uda (lat. *nn. cavernosi penis*) so postgangliorni parasimpatični nevroni, ki facilitirajo erekcijo. Izhajajo iz pleteža prostate (lat. *plexus prostaticus*), natančneje iz spodnjega hipogastričnega pleteža, v katerem so v stiku s pregangliornimi erigentnimi živci (lat. *nn. erigentes*). Oživčuje helicine arterije (lat. *arteriae helicinae penis*), ki prehranjujejo erektilno tkivo (Gilroy et al., 2009).

Ob poškodbi kavernoznih živcev med prostatektomijo ali operacijo lahko pride do erektilne disfunkcije (Oakley et al., 2013).

3.2.3 Ilioingvinalni živec

Ilioingvinalni živec (lat. *nervus ilioinguinalis*) je veja lumbalnega prepleta. Poteka ob semenskem povescu (lat. *funiculus spermaticus*) skozi ingvinalni kanal. Oživčuje kožo nad bazo spolnega uda in modnikom (Sam & LaGrange, 2023).

3.3 Oskrba spolnega uda s krvjo

3.3.1 Arterijski sistem spolnega uda

Dotok krvi v spolni ud prihaja iz notranje črevnične arterije (lat. *arteria iliaca interna*), ki odda vejo v notranjo pudendalno arterijo (lat. *arteria pudenda interna*). Njene tri terminalne veje so dorzalna arterija spolnega uda (lat. *arteria dorsalis penis*), globoka arterija spolnega uda (lat. *arteria profunda penis*) in bulbarna arterija spolnega uda (lat. *arteria bulbi penis*) (Slika3) (Drake et al., 2020) (Slika 2).

Prehrana kože spolnega uda je prek zunanje črevnične arterije (lat. *arteria iliaca externa*), ki se nadaljuje v femoralno arterijo (lat. *arteria femoralis*) in nato v zunanjo pudendalno arterijo (lat. *arteria pudenda externa*) (Gilroy et al., 2009).

3.3.2 Dorzalna arterija spolnega uda

Dorzalna arterija spolnega uda (lat. *arteria dorsalis penis*) je arterija na zgornji površini in je veja notranje pudendalne arterije, iz katere se dvigne med kraka spolnega uda in sramnično simfizo. Predre perinealno fascijo in poteka med dvema plastema suspenzornega ligamenta. Nato poteka anteriorno na dorzalni strani proti glavici, kjer se razdeli na dve veji. Ena poteka proti glavi spolnega uda in druga proti prepuciju. Leži med dorzalnim živcem spolnega uda in globoko dorzalno veno spolnega uda (Drake et al., 2020).

Dorzalna arterija spolnega uda prehranjuje ovojnico in fibrozni ovoj brecila spolnega uda, glavico spolnega uda, prepucij, brecilo sečnice in kožo spolnega uda (Sam & LaGrange, 2023). Tvori anastomoze z globoko arterijo spolnega uda in bulbarno arterijo spolnega uda, vendar je njena vloga pri vzpostavljanju erektilne funkcije neznana (Slika 2) (Drake et al., 2020).

3.3.3 Globoka arterija spolnega uda

Globoka arterija spolnega uda (lat. *arteria profunda penis*) je veja notranje pudendalne arterije, iz katere izhaja med plastema fascije urogenitalne diafragme. Predre sprednjo fascijo, kjer vstopi v kraka spolnega uda, in poteka anteriorno v center brecila spolnega uda, v katerem oddaja veje, imenovane helicinske arterije. Nekatere veje se končajo s kapilarami neposredno v brecilu spolnega uda. Globoka arterija spolnega uda prehranjuje brecilo sečnice in je pomembna pri napolnitvi kavernoznih prostorov pri erekciji penisa (Drake et al., 2020).

3.3.4 Bulbarna arterija spolnega uda

Bulbarna arterija spolnega uda (lat. *arteria bulbi penis*) je kratka arterija velika premera, ki je veja notranje pudendalne arterije, in iz nje izhaja med plastema zgornje ter spodnje fascije urogenitalne diafragme. Poteka medialno, predre spodnjo fascijo urogenitalne diafragme in odda veje, ki se razvejajo v brecilu sečnice ter v posteriornem delu brecila spolnega uda. Prehranjuje brecilo sečnice, sečnico in Cowperjevo žlezo (Slika 2) (Sam & La Grange, 2023).

3.3.5 Venski sistem spolnega uda

Dorzalne vene penisa skrbijo za odtok krvi iz brecil spolnega uda, brecila sečnice, kože in žlez spolnega uda. Nahajajo se na dorzalni strani in se delijo na površinske vene, ki se nahajajo v podkožnem tkivu spolnega uda, ter globoke vene, ki se nahajajo pod globoko fascijo (Slika 2 in 3).

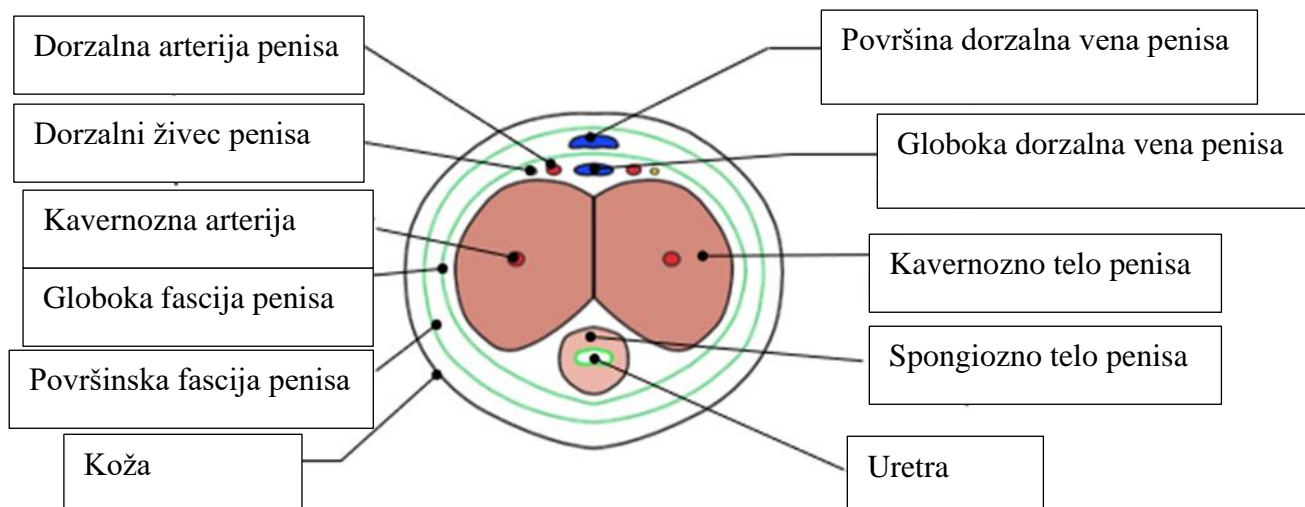
Glavne vene so: površinska dorzalna vena spolnega uda (lat. *vena dorsalis superficialis penis*), globoka dorzalna vena spolnega uda (lat. *vena dorsalis profunda penis*), globoke vene spolnega uda (lat. *venae profundae penis*), cirkumfleksne vene spolnega uda (lat. *venae circumflexae penis*) in bulbarna vena spolnega uda (lat. *vena bulbi penis*) (Slika 2). Venski pletež sečnega mehurja (lat. *plexus venosus vesicalis*) se nahaja pod mehurjem ter zbira kri iz mehurja in pomožnih spolnih žlez. Venski pletež prostate (lat. *plexus venosus prostaticus*) se nahaja okrog prostate in zbira kri iz prostate ter brecila spolnega uda (Drake et al., 2020).



Slika 2: *Vena dorsalis superficialis penis* (Dahmane et al., 2024).

3.3.6 Površinska dorzalna vena spolnega uda

Površinska dorzalna vena spolnega uda (lat. *v. dorsalis superficialis penis*) (Slika 2 in 3) se nahaja v fasciji dartos (lat. *tunica dartos*), ki je nadaljevanje fascije colles na dorzalni strani spolnega uda. Leži na zunanji strani Buckove fascije (lat. *fascia penis profunda*). Nastane iz manjših površinskih ven na dorzolateralnem delu spolnega uda. Drenira prepucij in kožo ter poteka posteriorno v podkožnem tkivu, kjer zavije lateralno in se odpre v površinsko zunanjo pudendalno veno (lat. *V. pudenda externa superficialis*), ki se izliva v veliko safensko veno (lat. *v. saphena magna*) (Drake et al., 2020).



Slika 3: Žilni sistem spolnega uda (Dahmane et al., 2024).

3.3.7 Globoka dorzalna vena spolnega uda

Globoko dorzalno veno spolnega uda (*vena dorsalis profunda penis*) (Slika 3), ki poteka tik pod površinsko dorzalno veno spolnega uda, ločuje Buckova fascija. Kri sprejema iz glavičice, brecila spolnega uda in iz cirkumfleksnih ven spolnega uda, ki potekajo lateralno okrog telesa penisa. Globoka dorzalna vena spolnega uda poteka posteriorno ob dorzalnih arterijah in živcu. Blizu baze spolnega uda poteka med dvema deloma suspenzornega ligamenta in nato skozi aperturo, ki jo tvori spodnji sramnični ligament (*ligamentum pubicum inferius*). Tam se razdeli na dve veji, ki vstopata v venski pletež sečnega mehurja in venski pletež prostate. Oba pleteža oddajata kri v notranjo črevnično veno (*vena iliaca interna*) (Drake et al., 2020).

Pri erekciji pride do otrditve in povečanja spolnega uda, pri čemur imata pomembno vlogo inervacija ter prekrvavitev spolnega uda. Na nabreklost erektilnega tkiva vpliva parasimpatično nitje kavernožnih živcev spolnega uda, medtem ko je glavni dotok krvi za napolnitev kavernožnih prostorov preko globoke arterije spolnega uda. Zato je za erekcijo pomembno normalno delovanje predvsem parasimpatičnega nitja in zadostna pretočnost arterij spolnega uda (Dean et al., 2005).

3.4 LITERATURA IN VIRI

Agur, A. M. R., & Dalley, A. F. (2009). *Grant's atlas of anatomy*. Lippincott Williams Wilkins, a Wolters Kluwer business.

Dahmane R. (2021). *Anatomija za zdravstvene delavce*. Univerza v Ljubljani, Zdravstvena fakulteta.

Gošnjak 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]

Dean, R. C., & Lue, T. F. (2005). Physiology of penile erection and pathophysiology of erectile dysfunction. *The Urologic Clinics of North America*, 32(4), 379–385. <https://doi.org/10.1016/j.ucl.2005.08.007>

Drake, L. D., Vogl, A. W., Mitchell, A. W. M., Tibbitts, R. M., & Richardson, P. E. (2020). *Grey's atlas of anatomy*. Elsevier, Ltd.

Gilroy, A. M., MacPherson, B. R., Ross, L. M., Schuenke, M., Schulte, E., & Schumacher, U. (2009). *Atlas of anatomy*. Thieme Medical Publishers, Inc.

Oakley, S. H., Mutema, G. K., Crisp, C. C., Estanol, M. V., Kleeman, S. D., Fellner, A. N., & Pauls, R. N. (2013). Innervation and histology of the clitoral-urethral complex: a cross-sectional cadaver study. *The Journal of Sexual Medicine*, 10(9), 2211–2218. <https://doi.org/10.1111/jsm.12230>

Sam, P. & La Grange, C. A. (2023). *Anatomy, abdomen and pelvis, penis*. StatPearls Publishing. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK482236/>

Tunçkol, E., Purkart, L., Eigen, L., Vida, I., & Brecht, M. (2023). Fiber counts and architecture of the human dorsal penile nerve. *Scientific Reports*, 13(1), 8862–8871. <https://doi.org/10.1038/s41598-023-35030-w>