

Diplomarbeit

Ist eine selektive transgluteale Blockade des Nervus pudendus aus anatomischer Sicht möglich?

eingereicht von

Axel Aichner

zur Erlangung des akademischen Grades

Doktor der gesamten Heilkunde

(Dr. med. univ.)

an der

Medizinischen Universität Graz

ausgeführt am

Institut für Anatomie

unter der Anleitung von

Priv. Doz. Dr. med. univ. Georg Feigl

Graz, am 14. November 2014

Eidesstattliche Erklärung

Ich erkläre ehrenwörtlich, dass ich die vorliegende Arbeit selbstständig und ohne fremde Hilfe verfasst habe, andere als die angegebenen Quellen nicht verwendet habe und die den benutzten Quellen wörtlich oder inhaltlich entnommenen Stellen als solche kenntlich gemacht habe.

Graz, am 14. November 2014

Axel Aichner eh

Um den Anspruch der gendergerechten Formulierung gerecht zu werden, möchte ich hiermit darauf hinweisen, dass im Sinne einer besseren Lesbarkeit auf eine ausufernde Verwendung geschlechtsspezifischer Bezeichnungen verzichtet wurde. Soweit diese nur in männlicher Form angegeben wurden, beziehen sie sich auf Frauen und Männer in gleichwertiger Weise.

Graz, am 14. November 2014

Axel Aichner eh

Danksagungen

An dieser Stelle möchte ich mich zu allererst bei meinem Mentor und Doktorvater Priv. Doz. Dr. med. Georg Feigl, für seine tatkräftige Unterstützung bei der Erstellung dieser Arbeit sowie die zahlreichen Einblicke in die Wissenschaft und das wissenschaftliche Arbeiten die er mir ermöglichte, sei es auf Kongressen oder bei der Arbeit im Sezierraum, bedanken.

Ein besonderer Dank gilt meiner Familie. Meinen Eltern, Ursula und Hartmann, die mich während meiner bisherigen akademischen Laufbahn stets unterstützend und fördernd begleitet haben und mir jederzeit und bei allen Entscheidungen die ich treffen musste mit Rat und Tat zur Seite gestanden sind und hoffentlich auch weiterhin zur Seite stehen werden, möchte ich hiermit in besonderer Weise danken.

Meiner Schwester, die stets ein Vorbild für mich war, sei es im Studium wie auch im alltäglichen Leben möchte ich meinen besonderen Dank aussprechen, ich bin stolz, dein Bruder zu sein.

Ein abschließender Dank gilt allen Menschen, die mich während meines Studiums begleitet und Unterstützt haben, und meine 6 Studienjahre zu einer ganz besonderen Zeit gemacht haben.

Zusammenfassung

Hintergrund:

Ziel der Arbeit war es, eine sichere Technik für einen selektiven transglutealen ultraschallgesteuerten Pudendus-Block zu entwickeln. Als Hauptnerv des Beckenbodens unterliegt der Nervus pudendus besonderen Belastungen. Entlang seines Verlaufes können diverse pathologische Störungen auftreten, die infolge spezifische Symptome hervorrufen. Besonderes Augenmerk ist hierbei auf die Pudendus-Neuralgie zu legen, für deren Diagnose und Therapie ein Pudendus-Block von Nöten ist.

Methoden und Material:

Die Untersuchung wurde an 82, mit Thiel's Lösung konservierter, unteren Extremitäten durchgeführt. Diese wurden in 2 Gruppen unterteilt. Bei der ersten Gruppe mit 39 unteren Extremitäten orientierten wir uns sonographisch am Nervus ischiadicus und injizierten 2ml weißen Gummilatex 1cm medial des Nerven auf Höhe des Foramen ischiadicum minus. Für die zweite Gruppe mit 43 Extremitäten verwendeten wir die Spina ischiadica als klar definierten sonographischen Orientierungspunkt und applizierten den Latex an die Basis der Spina in das Foramen ischiadicum minus. Beide Gruppen wurden danach sezirt und vermessen. Zusätzlich wurden bei beiden Gruppen die Distanzen zwischen der Spina iliaca posterior superior (SIPS) und dem Tuber ischiadicum (TI) sowie zwischen dem TI und der Spina ischiadica (SI) vermessen.

Resultate:

Gruppe1: Nur in zwei Fällen wurde der Nervus pudendus selektiv getroffen, in 25 Fällen wurden beide, sowohl der Nervus pudendus als auch der Nervus ischiadicus vom Gummilatex ummantelt und in 12 Fällen erreichte das Gummilatex den Nervus pudendus überhaupt nicht. **Gruppe 2:** In 33 Fällen fand eine selektive Blockade des Nerven statt. In 5 Fällen wurden beide Nerven getroffen, in 5 Fällen wurde eine intramuskuläre Applikation beobachtet.

Die Mittlere Distanz zwischen SIPS und TI war 18,03cm (min 15,5; max 20.5) und zwischen TI und SI 8.3cm (min 7.4; max 9cm).

Konklusion:

Die zweite erprobte Technik eignet sich für den selektiven transglutealen Pudendus-Block.

Abstract

Selectiv ultrasound-guided transgluteal pudendal nerve block: is it possible?
An anatomical investigation

Introduction:

The aim of the study was to develop an ultrasound guided technique blocking the pudendal nerve selectively.

Materials and Methods:

The investigation was performed on a 82 lower limbs embalmed with Thiel's method, divided into two groups. The first group (39 limbs) oriented on the sciatic nerve solely and injecting 2ml of white latex 1cm medial to the nerve at level of the lesser sciatic foramen. The second group (43 limbs) used the clearly determinable sciatic spine as a landmark. Both groups were assessed by dissection. In addition we measured the distances between the posterior superior iliac spine (PSIS) and the sciatic tubercle (ST) as well as the distance between the sciatic spine (SSp) and the sciatic tubercle (ST) in both groups.

Results:

First group: in two cases the pudendal nerve was covered by latex without reaching the sciatic nerve. 12 cases showed no spread around the pudendal nerve, 25 cases reached both the pudendal and sciatic nerve. Partial intramuscular injection was documented in 10 cases. The second group showed a distribution solely around the pudendal nerve in 33 cases, in 5 cases we reached the sciatic nerve two and in 5 cases we had an intramuscular injection. Mean distance between PSIS and ST was 18,03cm (min 15,5; max 20.5) and between ST and SSp 8.3cm (min 7.4; max 9cm).

Conclusions:

Orientation on the SSp showed a higher success rate as orientation on the sciatic nerve. A useful and constant distance is between the ST and SSP.

Inhaltsverzeichnis

DANKSAGUNGEN	III
ZUSAMMENFASSUNG.....	IV
ABSTRACT.....	V
INHALTSVERZEICHNIS.....	VI
GLOSSAR UND ABKÜRZUNGEN.....	VII
ABBILDUNGSVERZEICHNIS	VIII
TABELLENVERZEICHNIS	IX
1 EINLEITUNG	1
1.1 ANATOMISCHE GRUNDLAGEN DES BECKENS.....	3
1.1.1 DAS KNÖCHERNE BECKEN	4
1.1.1.1 Geschlechtsdimorphismus.....	7
1.1.2 MUSKULATUR DES BECKENS	8
1.1.2.1 Das Diaphragma pelvis.....	10
1.1.2.2 Das Diaphragma urogenitale.....	14
1.1.3 DER NERVUS PUDENDUS.....	17
1.2 PATHOLOGIEN DES NERVUS PUDENDUS.....	22
1.2.1 KONTINENZSTÖRUNGEN	22
1.2.1.1 Obstipation und Harnverhalt.....	22
1.2.1.2 Harn- und Stuhlinkontinenz.....	22
1.2.2 SCHMERZSYNDROME.....	23
1.2.2.1 Pudendus-Neuralgie.....	24
1.2.2.1.1 Symptome.....	24
1.2.2.1.2 Diagnose.....	25
1.2.2.1.3 Therapie.....	33
1.3 ZUGÄNGE ZUM NERVUS PUDENDUS.....	34
1.3.1 CT- GEZIELTER ZUGANG	34
1.3.2 C-BOGEN KONTROLLIERTER ZUGANG	35
1.3.3 ULTRASCHALL-GEZIELTER ZUGANG.....	37
1.3.4 CHIRURGISCHE ZUGÄNGE.....	39
3. TECHNIK NACH BAUTRANT:	43
1.3.5 TRANSVAGINALER ZUGANG.....	43
2 MATERIAL UND METHODEN.....	45
3 ERGEBNISSE - RESULTATE	52
4 DISKUSSION.....	70
5 CONCLUSIO.....	77
6 LITERATURVERZEICHNIS	79

Glossar und Abkürzungen

a ... Jahr/-e
A. ... Arteria/Arterie
Aa. ... Arteriae/Arterien
Anm. ... Anmerkung
ant. ... anterior, vorne
bzw. ... beziehungsweise
ca. ... circa/ungefähr
et al. ... und andere (Autoren)
ext. ... externus/außen liegend
ff. ... folgende (Seitenzahlen)
int. ... internus/innen gelegen
Lig. ... Ligamentum/Band
Ligg. ... Ligamenta/Bänder
Max. ... maximal
Min. ... mindestens
ml ... Milliliter
N ... Anzahl
N. ... Nervus/Nerv
Nn. ... Nervi/Nerven
R. ... Ramus/Ast
Rr. ... Rami/Äste
S ... sacrales Rückenmarkssegment (zB.: S2)
SI ... Spina ischiadica
SIPS ... Spina iliaca posterior superior
Sono ... Sonographie/Ultraschall
TI ... Tuber ischiadicum
u.a. ... unter anderem
V. ... Vena/Vene
Vv. ... Venae/Venen
z.B. ... zum Beispiel
% ... Prozent

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Os coxae von ventral	4
Abbildung 2: Knochen und Bänder des Beckens	5
Abbildung 3: Knöchernes Becken von kranial.....	6
Abbildung 4: Geschlechterunterschiede Becken.....	7
Abbildung 5: Parietale Muskulatur.....	9
Abbildung 6: M. levator ani von kranial	10
Abbildung 7: Diaphragma pelvis von kranial.....	11
Abbildung 8: Diaphragma pelvis von kaudal, weibliches Becken.....	12
Abbildung 9: Diaphragma urogenitale des Mannes	14
Abbildung 10: Diaphragma urogenitale der Frau.....	15
Abbildung 11: Verlauf N. Pudendus beim Mann, Beckenboden Ansicht von kaudal.	20
Abbildung 12: Verlauf N. pudendus bei der Frau. Beckenboden Ansicht von kaudal	21
Abbildung 13: Spitze der Nadel an der Spina ischiadica	34
Abbildung 14: Links: A-P-Aufnahme, Rechts: um 15-20°gekippt.....	35
Abbildung 15: C-Bogen Kontrollierter Pudendus-Block	36
Abbildung 16: Darstellung der Spina ischiadica und der Ligg. sacrotuberale(STL) und sacrospinale(SSL).....	38
Abbildung 17: Darstellung der Art. Pudenda int.	38
Abbildung 18: Ausbreitung der Dextrose-Lösung	39
Abbildung 19: Operationstechnik nach Shafik et al.	40
Abbildung 20: Sicht auf das Lig. sacrotuberale (LST), den Nervus pudendus (NP) und die Art. pudenda int.....	41
Abbildung 21: Gespaltenes Lig. Sacrotuberale	42
Abbildung 22: gespaltenes Lig sacrospinale; N. pudendus vor die Spina ischiadica verlagert.....	42
Abbildung 23: Transvaginaler Zugang.....	44
Abbildung 24: Durchführung der Injektion, äußere Landmarks	46
Abbildung 25: Ultraschalldarstellung Nervus ischiadicus	47
Abbildung 26: Spina ischiadica.....	48
Abbildung 27: Position der Nadel am Foramen ischiadicum minus.....	49
Abbildung 28: Ausbreitung des Gummilatex im Foramen ischiadicum minus	49
Abbildung 29: Präparation: Gummilatex Übersicht.....	53
Abbildung 30: Präparation: Gummilatex Detail.....	53

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Protokoll Gruppe 1.....	51
Tabelle 2: Protokoll Gruppe 2.....	51
Tabelle 3: Demographische Daten: Geschlecht.....	54
Tabelle 4: Statistik: Distanzen.....	55
Tabelle 5: Auswertung demographischer Daten.....	56
Tabelle 6: Demographische Daten: Männer.....	57
Tabelle 7: Demographische Daten: Frauen.....	57
Tabelle 8: Demographische Daten gesamt.....	59
Tabelle 9: Statistik: Tuber ischiadicum – Spina ischiadica, Geschlecht.....	60
Tabelle 10: Statistik: Tuber ischiadicum – Spina iliaca posterior superior, Geschlecht.....	61
Tabelle 11: Statistik: Tuber ischiadicum – Spina ischiadica, Körpergröße.....	62
Tabelle 12: Statistik: Tuber ischiadicum – Spina iliaca posterior superior, Körpergröße.....	62
Tabelle 13: Statistik: Tuber ischiadicum – Spina ischiadica, Gewicht.....	63
Tabelle 14: Statistik: Tuber ischiadicum – Spina iliaca posterior superior, Gewicht.....	63
Tabelle 15: Distanzen SIPS-TI und TI-SI Gruppe 1.....	64
Tabelle 16: Statistik: Distanzen SIPS-TI und TI-SI Gruppe 1.....	65
Tabelle 17: Distanzen SIPS-TI und TI-SI Gruppe 2.....	66
Tabelle 18: Statistik: Distanzen SIPS-TI und TI-SI Gruppe 2.....	67
Tabelle 19: Distanz Nervus ischiadicus – Nervus pudendus Gruppe 1.....	68
Tabelle 20: Distanz Gummilatex – Nervus pudendus Gruppe 2.....	69

1 Einleitung

Der Nervus pudendus, der wichtigste Nerv des Beckenbodens, ist ein gemischter Nerv, das heißt, er führt motorische, sensible, sympathische und parasympathische Fasern mit sich. (1,2,3)

Dadurch ergeben sich in der Klinik besondere Beschwerdemuster bei Läsionen im Verlauf des Nervens. (4) Je nach Höhe der Pathologie stehen Inkontinenz und vegetative Ausfälle bzw. bei distalen Läsionen Sensibilitätsausfälle und Schmerzen im Vordergrund.

Besonderes Augenmerk wurde bei dieser Arbeit auf die Pudendus-Neuralgie (Chronic perineal pain syndrome, pudendal entrapment syndrome, Vulvodynie) (5,6) gelegt, bei dem die Patienten unter starken Schmerzen im Bereich des sensiblen Versorgungsgebietes des Nerven, also im Bereich des Dammes, des Anus, des Skrotums, des Penis sowie der Schamlippen und der Klitoris leiden. Die Patienten beschreiben die Symptomatik als mehrmals täglich plötzlich einschließender Schmerz von enorm hoher Intensität, der sich vor allem im Sitzen verstärkt. In der Literatur wird für die Klassifizierung des Schmerzes kein spezifischer VAS-Wert angegeben. (7,8,6) Dies führt zu einem extremen Leidensdruck der Patienten, der sich sowohl somatisch als auch psychisch darstellt, auch vor allem dadurch, dass es sich hier um den Genitalbereich handelt und viele Patienten eine gewisse Scham davor haben, darüber zu sprechen. Bei der Pudendus-Neuralgie handelt es sich keineswegs um eine äußerst seltene Erkrankung. Je nach Literatur findet man Inzidenz-Angaben zwischen 1/100000 (8) und 1/100 (9). Auch deshalb ist es wichtig die Forschung auf diesem Gebiet voranzutreiben und die Bevölkerung sowie das medizinische Fachpersonal für diese Erkrankung zu sensibilisieren.

Wie später noch genauer beschrieben, sehen die Guidelines für die Diagnose und Behandlung der Pudendus-Neuralgie einen zwingenden diagnostischen Pudendus-Block sowie mehrere therapeutische Pudendus-Blockaden als zweite Stufe des Behandlungsschemas vor. (9,8,6) Dies geschieht in der aktuellen klinischen Praxis vor allem mittels CT-gezielter bzw. C-Bogen-gezielter Punktion. Verfahren die ohne Strahlungsrisiko auskommen wie z.B.: der Ultraschall sind zurzeit noch wenig erforscht und fehlen somit im klinischen Alltag komplett. Ziel der Arbeit soll es deshalb sein die anatomische Grundlagenarbeit für weitere klinische Forschung in Hinsicht auf eine standardisierte Technik zur ultraschall-gesteuerten Pudendus-Blockade zu leisten.

In der Studie versuchten wir eine sichere, ultraschallgestützte Technik für den anästhesiologischen Block des Nervus pudendus zu entwickeln, die anatomischen Grundlagen dafür darzustellen und nicht nur die theoretische Möglichkeit einer Technik, sondern vor allem auch die praktische Durchführbarkeit zu erproben.

Wir wählten dafür einen transglutealen Zugang, da hierbei der Nerv leicht aufgefunden werden kann und das Verfahren gleichbleibend sowohl für Frauen als auch für Männer angewendet werden kann. Es wurden hierfür zwei verschiedene anatomische Überlegungen für einen Zugang zum Nervus pudendus getestet. Die erst orientierte sich am Nervus ischiadicus, der aufgrund seiner anatomischen Nähe zum Nervus pudendus und der leichten Auffindbarkeit mittels Ultraschall einen guten Orientierungspunkt darstellen könnte.

Die Studie wurde an Leichen durchgeführt, die allesamt in Thiel'scher Lösung (10) konserviert wurden. Dies hat den Vorteil, dass die Körper in ihrer Struktur und Beweglichkeit erhalten bleiben und somit ein möglichst praxisnahes Umfeld geschaffen wurde. Dass sich diese Konservierungstechnik besonders für Untersuchungen auf dem Gebiet der Regionalanästhesie eignen wurde bereits in einigen Studien von Feigl et al anschaulich dargestellt. (11,12,13)

Zur Darstellung der Ergebnisse verwendeten wir weißen Gummilatex, der den Vorteil hat, dass er in Verbindung mit der Konservierungslösung aushärtet und somit am Ort der Injektion bleibt.

Ein weiteres mögliches Anwendungsgebiet wären kongenitale Genital-Malformationen wie etwa die Hypospadie, die mit einer Inzidenz von 1 auf 300 Lebendgeburten ein häufiges Krankheitsbild darstellt. (14) Gerade bei Kindern ist es natürlich überaus vorteilhaft, wenn ein Verfahren zur Anwendung kommt, das sicher ist und dabei ohne Strahlung auskommt.

1.1 Anatomische Grundlagen des Beckens

Für die Darstellung der anatomischen Grundlagen des Beckens habe ich mich bei dieser Arbeit weitestgehend an die Interpretationen des Standardwerkes: Anton Hafferl: Lehrbuch der Topographischen Anatomie (2) gehalten. Dies mag sich in einigen Details von anderen Lehrbüchern unterscheiden.

In der systematischen Anatomie wird das Becken in das große und das kleine Becken, Pelvis major et minor unterteilt. Diese werden durch die Linea terminalis getrennt.

Das große Becken, Pelvis major, wird topographisch einerseits dem Abdomen zugeschrieben, da die Darmbeinschaufeln als Teil der Wände des Abdomens, bzw. als knöcherne Grundlage der Fossa iliaca angesehen werden, andererseits als Teil der unteren Extremitäten, im Sinne der Grundlage der Regio glutea, betrachtet.

Das kleine Becken, Pelvis minor, beinhaltet die Beckenorgane. Dabei unterscheidet man jene, die aus dem Abdomen ins Becken gewandert sind und somit eigentlich noch zu den Bauchorganen zählen, wie Dünndarmschlingen und das Colon sigmoideum, von jenen, die ihre Befestigung an den Faszien und Muskeln des Becken haben und somit die eigentlichen Beckenorgane darstellen, wie Rektum, Harnblase, Uterus, Tuben, Ovarien ein Großteil der Vagina sowie Prostata und die Samenbläschen.

Den Boden des Beckens bildet die Beckenbodenmuskulatur, bestehend aus zwei, sich zum Teil überdeckenden Muskelplatten, dem Diaphragma pelvis und dem Diaphragma urogenitale. Auch hier bestehen geschlechterspezifische Unterschiede, welche sich durch die sie durchstoßenden Eingeweideschläuche, ergeben. (2,3)

Es bestehen grundsätzliche Unterschiede zwischen dem weiblichen und dem männlichen Becken auf welche später noch genauer eingegangen wird.

1.1.1 Das knöcherne Becken

Das Knöcherne Becken ist eine Ringstruktur, bestehend aus den beiden Hüftbeinen, Ossa coxae, dem dazwischen eingekeilten Kreuzbein, Os sacrum und dem ihm anhängenden Steißbein, Os coccygis.

Das Os coxae besteht aus drei miteinander verbundenen Knochen: Dem Darmbein, Os Ilium, dem Sitzbein, Os ischii und dem Schambein, Os pubis.

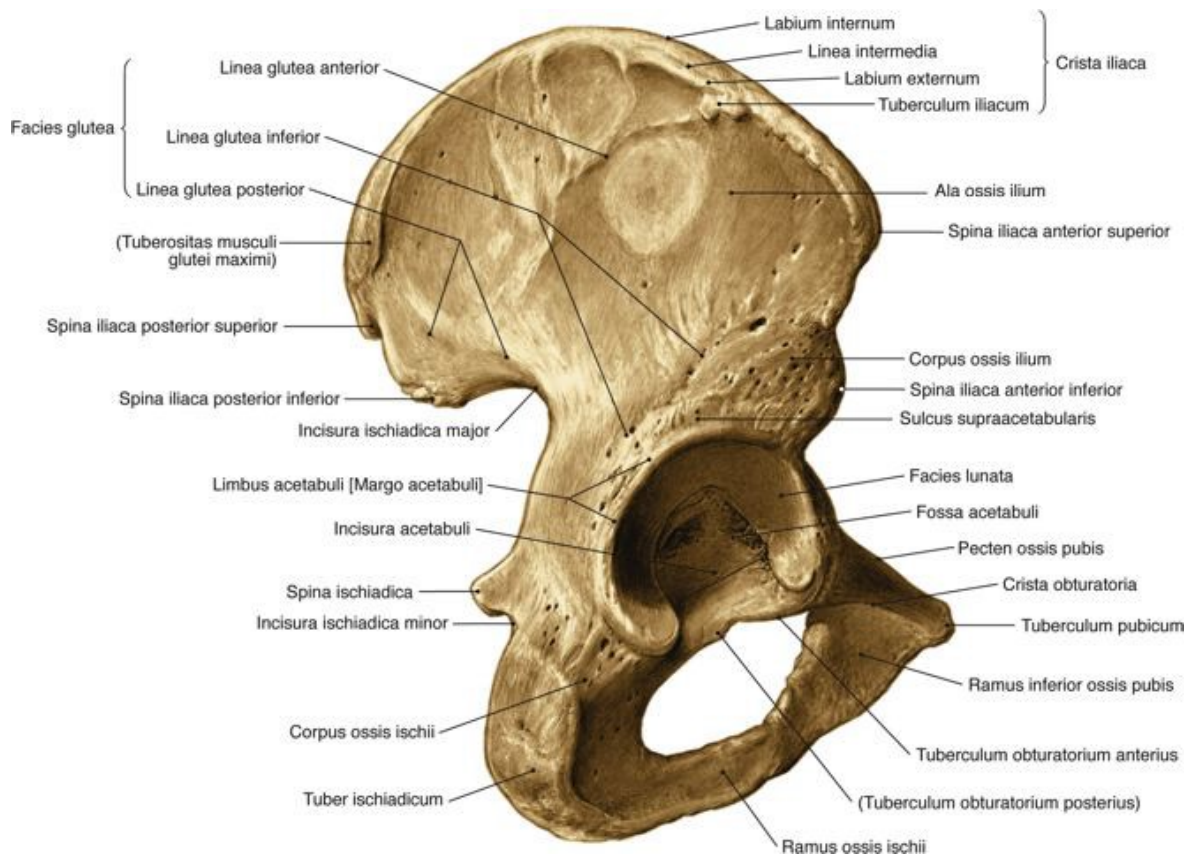


Abbildung 1: Os coxae von ventral (aus: Sobotta: Anatomie des Menschen; Der komplette Atlas in einem Band, 22. Auflage 2007; Seite: 525)

Ventral verbinden sich beide Schambeine in der Schambeinfuge, Symphysis pubica über eine faserknorpelige Scheibe, dem Discus interpubicus.

Dorsal schließt sich der Ring durch die Verbindungen der Ossa iliaca mit dem Os sacrum, der Articulatio sacroiliaca. Das Os sacrum ist zudem mit dem Os coxae über zwei relativ dicke Bänder verbunden, dem Ligamentum sacrospinale und dem Lig. sacrotuberale. Diese Bänder verbinden das Os sacrum mit zwei wichtigen Knochenpunkten am Os ischii, der Spina ischiadica und dem Tuber ischiadicum. Zwischen den beiden Knochenpunkten und bedeckt durch die Bänder, besteht eine, für die vorgestellte Diplomarbeit wichtige

Öffnung, das Foramen ischiadicum minus. Dieses Foramen ist Teil der sogenannten Pfortenregion, einer Transitregion für Strukturen die aus dem Becken kommen oder in das Becken ziehen. Zu ihr zählt neben dem genannten Foramen ischiadicum minus das kranial davon gelegene Foramen ischiadicum majus, welches sich wiederum durch den, das Foramen durchdringenden M. piriformis in ein Foramen supra- und infrapiriforme unterteilt.

Beide Gelenke sind durch Bänder straff fixiert und erlauben nur eine geringe Bewegung.

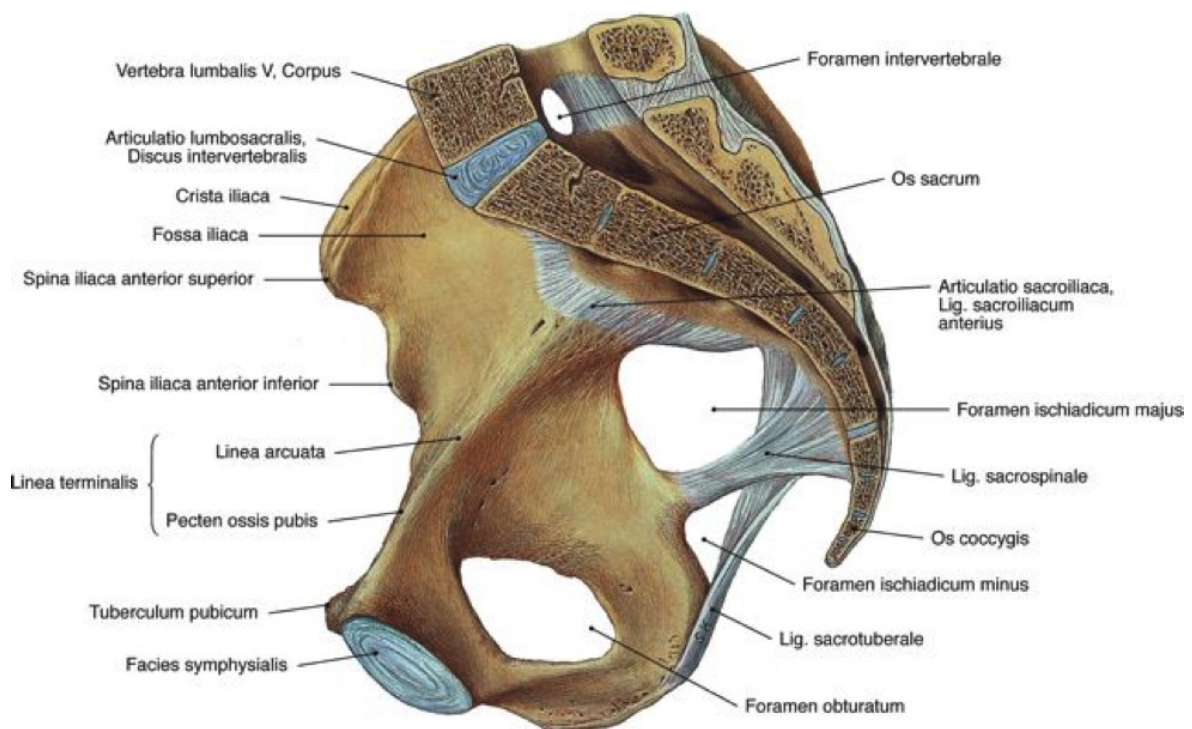


Abbildung 2: Knochen und Bänder des Beckens (aus Sobotta: Anatomie des Menschen; Der komplette Atlas in einem Band, 22. Auflage 2007; Seite: 529)

Das große Becken wird durch die Alae ossis ischii gebildet, deren dorsale Seiten die Ursprungsflächen für die Glutealmuskulatur darstellen und an deren ventralen Seite die Fossa iliaca liegt. Am kranialen Rand liegt die Crista iliaca, die nach vorne in die Spina iliaca anterior superior und nach hinten in die Spina iliaca posterior superior ausläuft.

Den Übergang ins kleine Becken markiert die Linea terminalis, welche vom Promontorium ossis sacri über die Linea arcuata, Eminentia iliopubica, und den Pecten ossis pubis zum Oberrand der Symphyse zieht. Sie markiert den Beckeneingang, die Apertura pelvis superior.

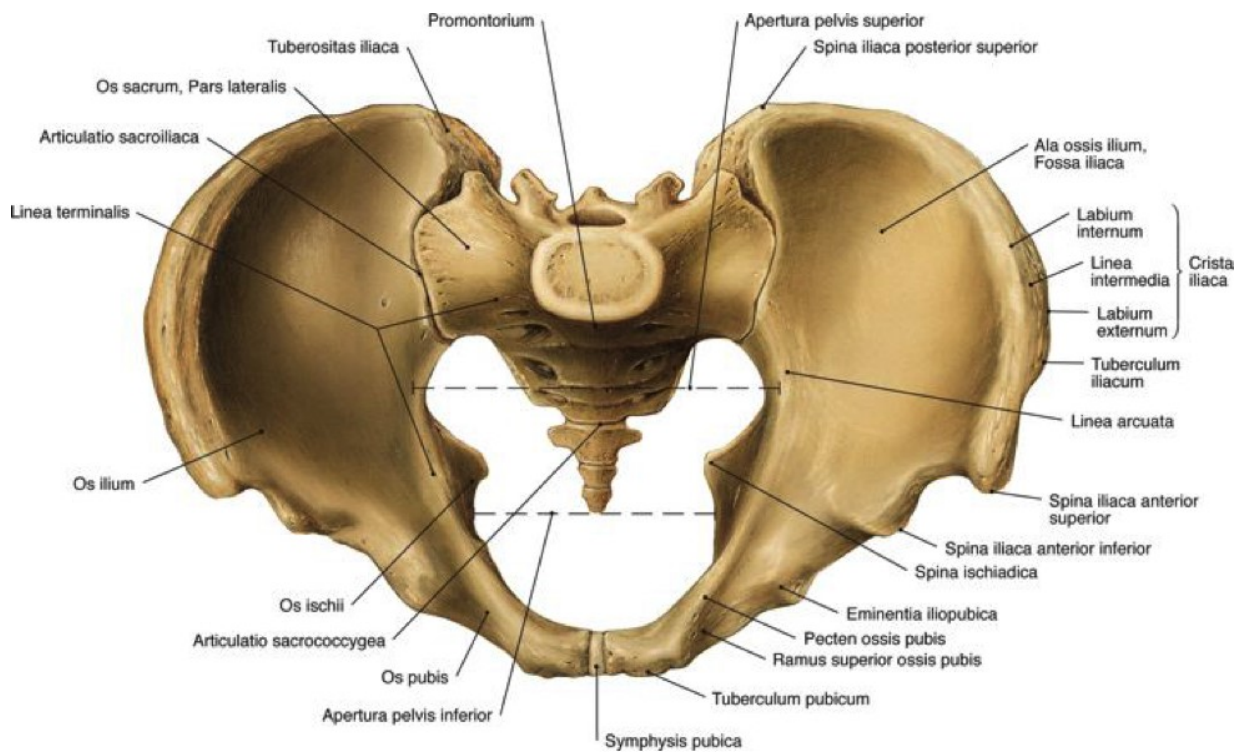


Abbildung 3: Knöchernes Becken von kranial (aus: Sobotta: Anatomie des Menschen; Der komplette Atlas in einem Band, 22. Auflage 2007; Seite: 522)

Das kleine Becken gleicht einem knöchernen Ring, der hinten vom Os sacrum und Os coccygis, seitlich jeweils vom knöchernen Boden des Acetabulums, dem Os pubis und dem Os ischii und vorne von der Innenfläche der Symphysis pubica umrahmt wird. Die Ligamenta sacrotuberale et sacrospinale ergänzen die knöcherne Seitenwand.

Die Seitenwand ist unvollständig. Sie wird durch die Foramina ischiadica (majus und minus) und das Foramen obturatum durchbrochen.

(2,3)

1.1.1.1 Geschlechtsdimorphismus

Die volle Ausbildung der Geschlechtsunterschiede des Beckens entwickelt sich erst im Laufe der Pubertät obgleich die Unterschiede bereits in der Embryonalperiode angedeutet sind.

Das männliche Becken ist im Vergleich zum weiblichen schmaler, steiler und höher. Das weibliche ist breiter und geräumiger, die Darmbeinschaufeln sind ausladender, die Sitzbeinhöcker sind weiter voneinander entfernt. Die Schambeinäste bilden bei der Frau einen Bogen, den Arcus pubis, während sie beim Mann zu einem Winkel vereinigt sind, dem Angulus subpubicus. (2,3)

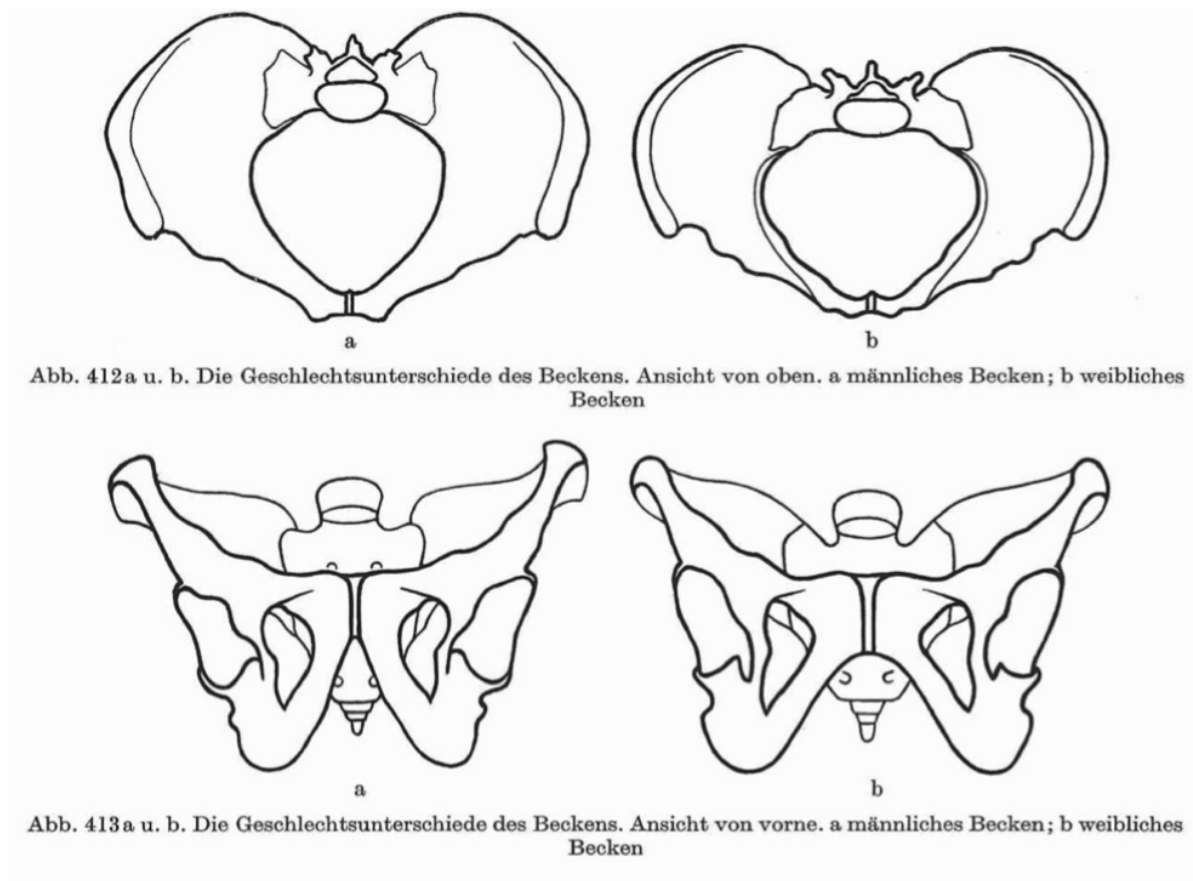


Abbildung 4: Geschlechterunterschiede Becken (aus: Anton Hafferl: Lehrbuch der topographischen Anatomie, 3. Auflage 1969; Seite: 563)

Es ist nicht auszuschließen, dass die Geschlechterunterschiede für unsere Studie eine Rolle spielen können. Es wird auf jeden Fall nötig sein bei den Tastpunkten die unterschiedlichen Beckenformen im Auge zu behalten.

1.1.2 Muskulatur des Beckens

Die Muskulatur des kleinen Beckens ergänzt die knöcherne Wand und verschließt das Becken gegen kaudal, wobei die dort befindlichen Muskeln als Diaphragma pelvis oder Beckenboden bezeichnet werden.

Man unterscheidet grob zwei Muskelgruppen:

1. die parietale Muskulatur, welche die Wände des Beckens verschließt, die ihr als Ursprungsort dient und zum Oberschenkel zieht. Sie besteht aus dem Musculus obturatorius internus und dem Musculus piriformis.

Der M. obturatorius internus entspringt an der Begrenzung des Foramen obturatum und zieht durch das Foramen ischiadicum minus, welches er fast vollständig ausfüllt, zur Innenfläche des Trochanter major am Femur.

Der M. piriformis zieht von der Vorderfläche des zweiten bis vierten Sakralwirbels, lateral der Foramina sacralia, durch das Foramen ischiadicum majus zur Spitze des Trochanter major, wo er oberhalb des M. obturatorius int. inseriert. Er unterteilt das Foramen ischiadicum majus in ein Foramen suprapiriforme und ein Foramen infrapiriforme.

Damit entstehen mehrere Durchgänge in der Seitenwand des kleinen Beckens, durch die Nerven und Gefäße das Becken verlassen, bzw. ins Becken ziehen. Dies wird als die Pfortenregion bezeichnet, welche sich aus den Foramina suprapiriforme, infrapiriforme und ischiadicum minus zusammensetzt.

Das Foramen suprapiriforme wird vom Oberrand des M. piriformis und die Incisura ischiadica major, das Foramen infrapiriforme durch den Unterrand des M. piriformis, die Spina ischiadica und das Lig. sacrospinale begrenzt. Das Foramen ischiadicum minus liegt zwischen der Incisura ischiadica minor und den Ligg. sacrospinale und sacrotuberale.

Weiter ventral liegt der Canalis obturatorius, der im kranialen Teil des Foramen obturatum von der Membrana obturatoria und den M. obturatorius int. begrenzt wird. (2)

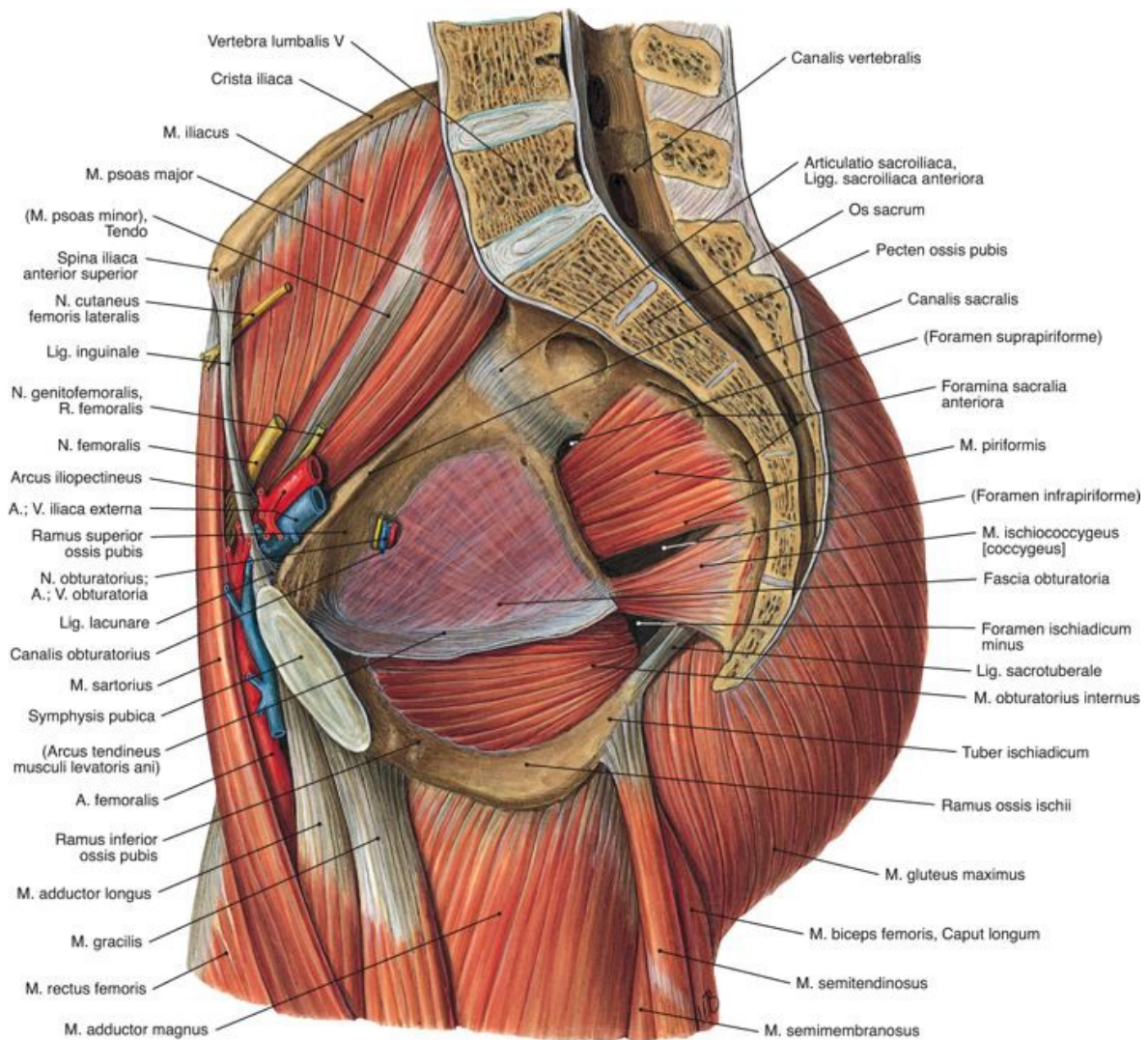


Abbildung 5: Parietale Muskulatur (aus: Sobotta: Anatomie des Menschen; Der komplette Atlas in einem Band, 22. Auflage 2007; Seite: 575)

2. die Beckenbodenmuskulatur, trägt die Eingeweide und fixiert sie mithilfe ihrer Faszien. Diese besteht wiederum aus zwei, sich zum Teil überlagernden Muskelplatten, dem Diaphragma pelvis und dem Diaphragma urogenitale.

1.1.2.1 Das Diaphragma pelvis

Das Diaphragma pelvis ist die größere der beiden, den Beckenboden bildenden Platten und komplett muskulös. Durch diese zieht der Mastdarm.

Das Diaphragma pelvis besteht hauptsächlich aus dem M. levator ani, einem großen trichterförmigen Muskel, dessen Vorderwand unvollständig ist. Dorsal bildet er eine einheitliche Platte, die Levatorplatte, die sich nach ventral in einen rechten und linken Levatorschenkel spaltet. Dazwischen liegt der Levatorschlitz, Hiatus levatorius, der nach vorne hin durch die Symphyse begrenzt ist. Der Levatorschlitz wird durch Muskelfasern zweigeteilt, die prärektalen Fasern, welche die Mittellinie überschreiten und die beiden Schenkel miteinander verbinden. Diese Fasern sprießen ins Centrum perinei ein, der bindegewebig-muskulösen Grundlage des Dammes, dem Perineum.

Durch diese Trennung entstehen zwei Öffnungen, der dorsale kleinere Hiatus analis, durch den das Rektum zieht und der ventrale größere Hiatus urogenitalis (Levatorfor) durch den beim Mann die Urethra und bei der Frau die Urethra und die Vagina austritt.

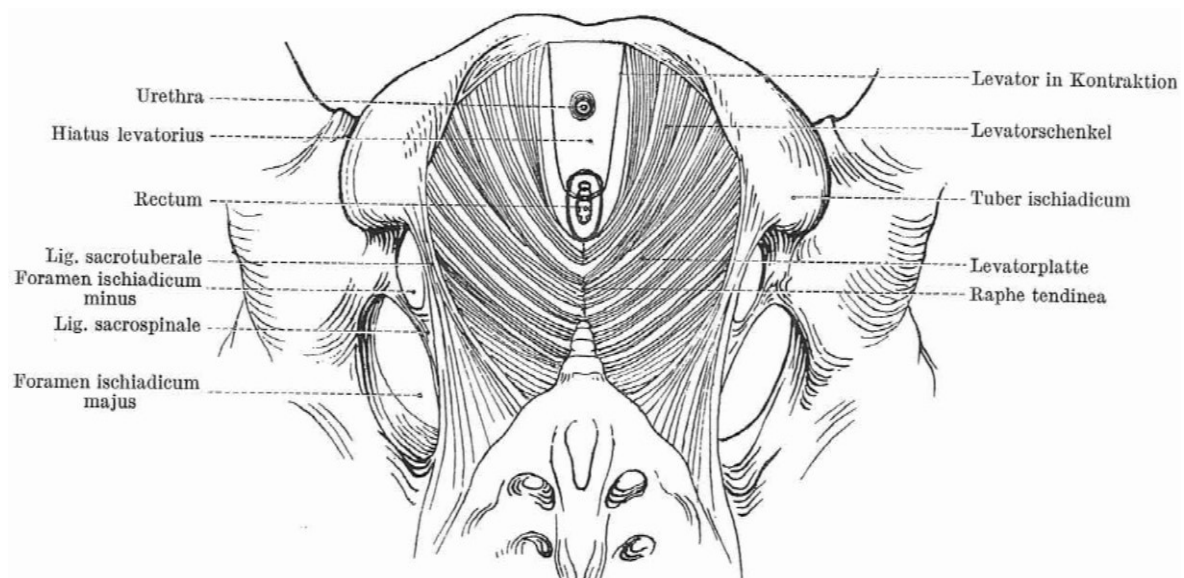


Abbildung 6: M. levator ani von kranial (aus: Anton Hafferl: Lehrbuch der topographischen Anatomie, 3. Auflage 1969; Seite: 572)

Die Levatorschenkel entspringen an einer Faszienv Verstärkung des M. obturatorius int, dem Arcus tendineus m. levator ani (Arcus tendineus fascie obturatoriae), welche vom Os pubis zur Spina ischiadica zieht. Sie vereinigen sich mit dem jeweils gegenüberliegenden Schenkel hinter dem Rektum direkt oder unter Bildung einer bindegewebigen Platte und bilden somit eine Schlinge um das Rektum.

Der M. levator ani wird aus drei Muskeln aufgebaut:

1. M. puborectalis: Der M. puborectalis entspringt am Os pubis, lateral der Symphyse und zieht mit seinen medialen Fasern zum Centrum perinei (prärektale Fasern) und bildet somit den Levatorschenkel; mit den lateralen Fasern zieht er zum Lig. anococcygeum (Corpus anococcygeum) und bildet so mit diesem eine Schlinge um das Rektum (postrektale Fasern, Levatorschlinge). Bei Kontraktion des gesamten Muskels presst er die hintere Rektalwand gegen die vordere und unterstützt damit als M. sphincter recti, die Schließmuskeln.
2. M. pubococcygeus: Er entspringt lateral des oben genannten M. puborectalis am Os pubis und zieht zum Lig. anococcygeum (Corpus anococcygeum) und zum Os coccygis. Beim Mann ziehen einige seiner Fasern als M. levator prostatae (M. puboprostaticus) zur Faszie der Prostata, bei der Frau als M. pubovaginalis zur Wand der Vagina.
3. M. iliococcygeus: Er zieht vom Arcus tendineus m. levator ani zum Lig. anococcygeum (Corpus anococcygeus) und zum Os coccygis.

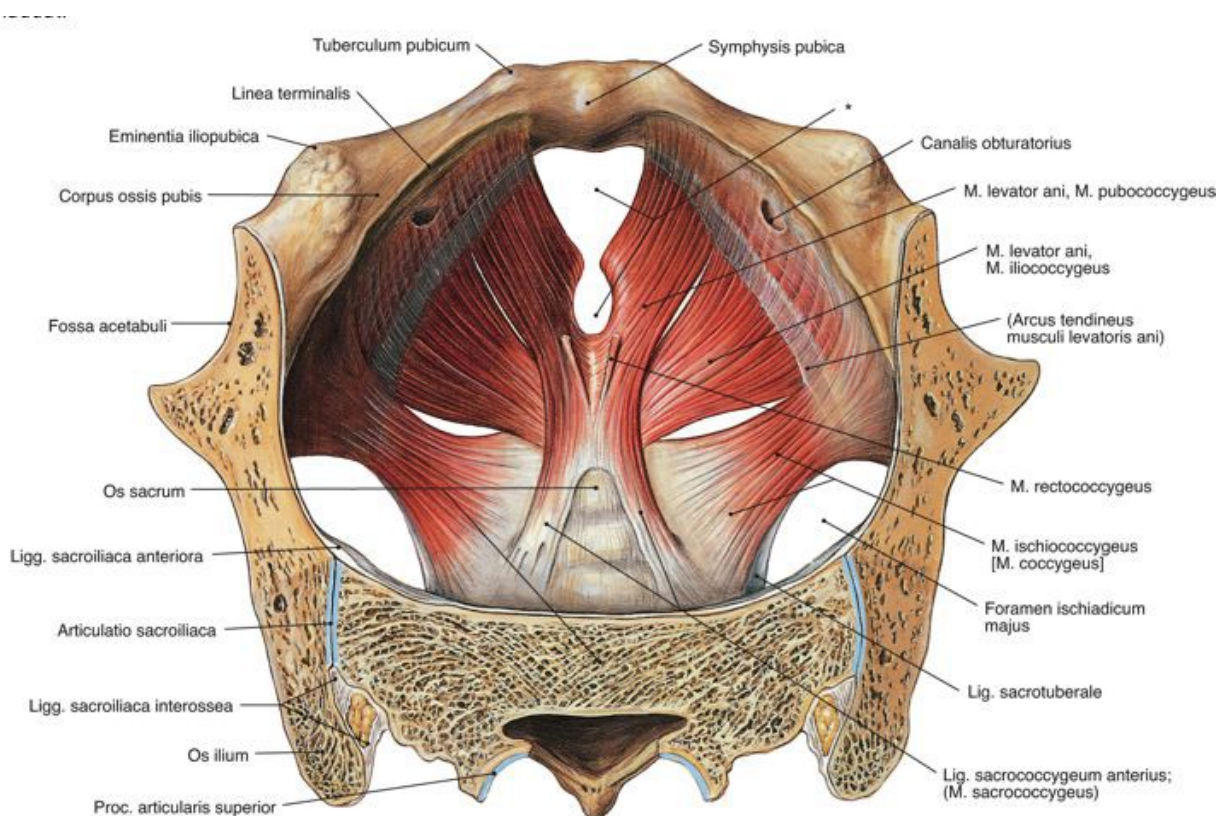


Abbildung 7: Diaphragma pelvis von kranial; * Levator foramen (aus: Sobotta: Anatomie des Menschen; Der komplette Atlas in einem Band, 22. Auflage 2007; Seite: 488)

Im Bereich des Rektums ist der M. levator ani durch eine dünne bindegewebige Platte von einem zweiten Muskel des Diaphragma pelvis getrennt, dem M. sphincter ani externus.

Der M. sphinkter ani ext. ist ein quergestreifter Muskel der aus drei Teilen besteht:

1. Pars subcutanea: oberflächliche, in die Haut vor und hinter dem Anus einstrahlende Fasern
2. Pars superficialis: annähernd sagittal verlaufende, zu beiden Seiten des Rektums liegende Muskelfasern, die das Rektum wie eine Klemme umschließen
3. Pars profunda: ringförmige Fasern, die ca. 4 cm weit nach kranial reichen.

Der dritte, das Diaphragma pelvis bildende Muskel, ist der M. coccygeus. Er liegt dorsal und cranial des M. levator ani. Der Muskel hat oft eine starke, sehnige Beschaffenheit, was die Abgrenzung vom Lig. sacrospinale, von dem er entspringt, schwierig macht. Mitunter kann der Muskel auch fehlen.

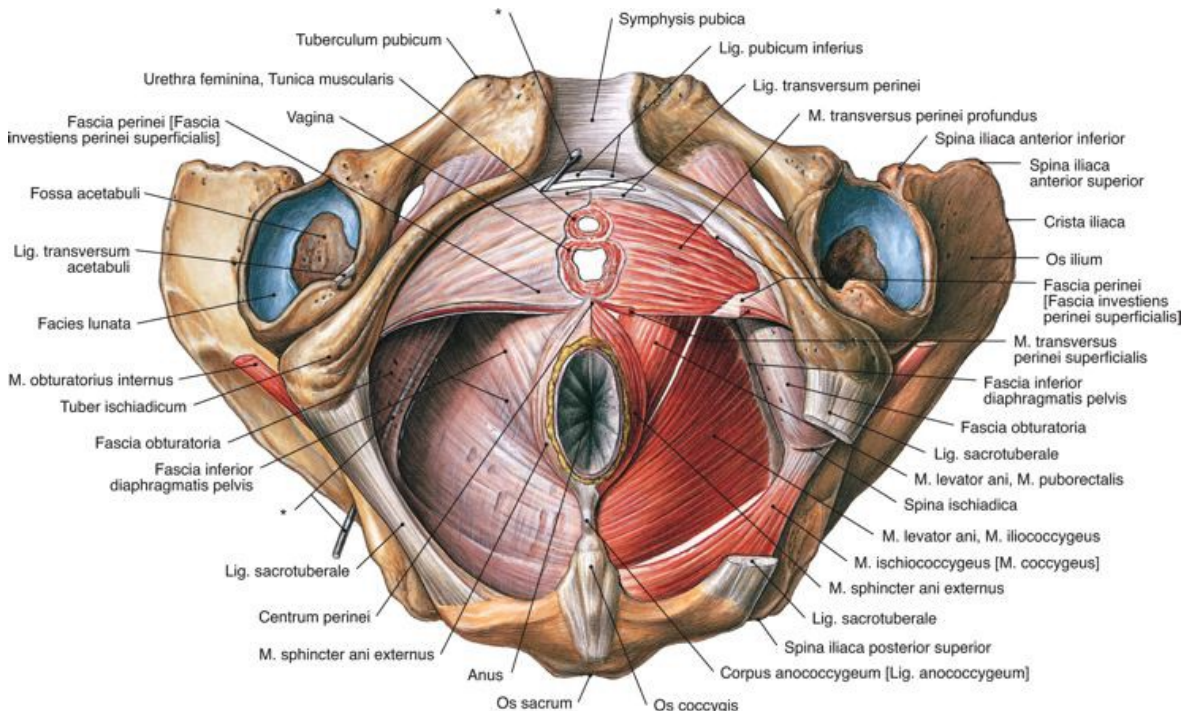


Abbildung 8: Diaphragma pelvis von kaudal, weibliches Becken; Die Sonde liegt im Alcock'schen Kanal (aus: Sobotta: Anatomie des Menschen; Der komplette Atlas in einem Band, 22. Auflage 2007; Seite: 488)

Innerviert wird das Diaphragma pelvis vom N. pudendus. Der M. levator ani kann auch über direkte Äste aus den sakralen Rückenmarkssegmenten S3-S4 versorgt werden, was dem Stammgebiet des N. pudendus entspricht und in manchen Lehrbüchern als Plexus pudendus (pudendalis) bezeichnet wird. (1)

Wichtig ist, dass die, das Diaphragma pelvis versorgenden Äste des N. pudendus, abgehen, bevor dieser das Becken über das Foramen infrapiriforme verlässt.

Das Diaphragma pelvis hat zwei grundsätzliche Aufgaben, zum einen bildet es den Abschluss der Bauchhöhle und trägt die Last der Eingeweide zum anderen unterstützt es die Schließmuskulatur.

Den Abschluss der Bauchhöhle leistet der Muskel durch seine tonische Innervation. Eine intraabdominelle Drucksteigerung muss er durch aktive Kontraktion ausgleichen, um einen Prolaps der Eingeweide zu verhindern.

(2,3,1,15)

1.1.2.2 Das Diaphragma urogenitale

Das Diaphragma urogenitale bildet die zweite Platte der Beckenbodenmuskulatur. Sie ist im Gegensatz zum trichterförmigen Diaphragma pelvis von transversal-dreieckiger Form, von muskulös-bindegewebiger Struktur und überbrückt den, vom M. levator ani freigelassenen, Hiatus urogenitalis. Sie liegt kaudal des Diaphragma pelvis, teils im Spatium perinei superficiale, teils im Spatium perinei profundum und wird nach ventrolateral von den beiden Schambeinästen begrenzt, während der dorsale Rand frei, kurz vor dem Anus endet.

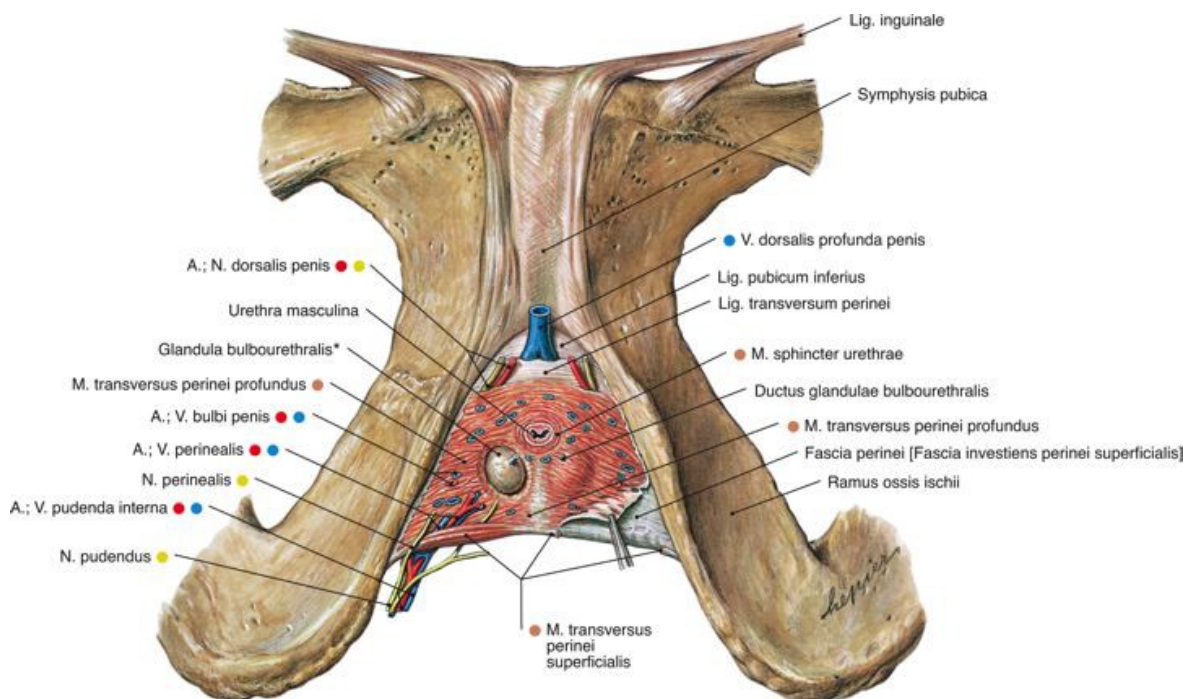


Abbildung 9: Diaphragma urogenitale des Mannes (aus: Sobotta: Anatomie des Menschen; Der komplette Atlas in einem Band, 22. Auflage 2007; Seite: 492)

Wie auch das Diaphragma pelvis besteht das Diaphragma urogenitale aus mehreren Muskeln:

1. M. transversus perinei superficialis: Der paarige Muskel zieht vom Tuber ischiadicum zum Centrum perinei. Er bildet den Hinterrand der Platte und ist oft schwach und eher bindegewebig angelegt, sodass er in manchen Büchern auch als Membrana perinei bezeichnet wird.
2. M. ischioavernosus: Der Muskel zieht vom Ramus ossis ischii zum Crus penis bzw. Crus clitoridis und wirkt bei der Erektion des Penis bzw. der Clitoridis mit.

3. M. bulbospongiosus: Er zieht vom Centrum perinei zum Dorsum penis bzw. zur Faszie der Clitoris. Durch willkürliche Kontraktion kann er bei der Frau das Vestibulum vaginae verengen, bzw. unterstützt er die Ejakulation beim Mann.

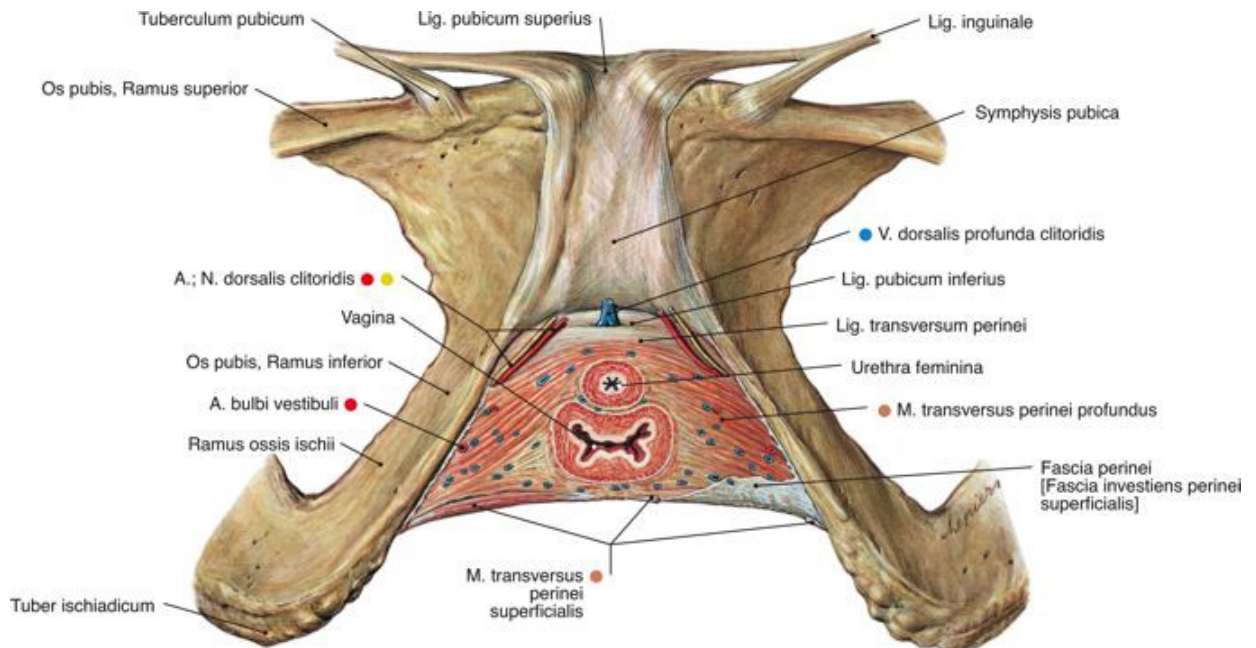


Abbildung 10: Diaphragma urogenitale der Frau (aus: Sobotta: Anatomie des Menschen; Der komplette Atlas in einem Band, 22. Auflage 2007; Seite: 492)

Die 3 eben genannten Muskeln werden dem Spatium perinei superficiale zugeordnet und in manchen Büchern nicht als eigentliche Muskeln des Diaphragma urogenitale gesehen. (2) Meiner Meinung nach sind sie aufgrund ihrer Lage, Funktion und Versorgung sehr wohl dem Diaphragma urogenitale zuzurechnen, deshalb werden sie im Rahmen dieser Arbeit so eingeordnet.

4. M. transversus profundus: Er ist der Hauptmuskel des Diaphragma urogenitale und bildet mit einem Muskelwulst den Hinterrand der Platte, während seine Fasern nach ventral ausdünnen und sich am Ende ins bindegewebige Lig. transversum perinei (Lig transversum pelvis, Lig. paraurethrale) fortsetzen. Die Fasern, die ventral am Arcus pubis liegen, bilden das Lig. arcuatum pubis. Zwischen den beiden Bändern befindet sich der Durchtrittspunkt der Gefäße und Nerven die zum Penis bzw. zur Clitoris ziehen. Während beim Mann die Fasern nur die Urethra umfassen, verläuft

der Muskel bei der Frau auch um die Vagina und ist dadurch bei der Frau wesentlich schwächer ausgebildet.

5. M. sphincter urethrae externus: Der Muskel besteht aus zirkulär um den Durchtrittspunkt der Urethra durch den M. transversus perinei profundus angeordneten quergestreiften Muskelfasern, die für den willkürlichen Verschluss der Harnröhre sorgen.

Das Diaphragma urogenitale wird vom Nervus pudendus und der Arteria pudenda interna versorgt. Damit steuert der Nervus pudendus die Erektion von Penis und Clitoris sowie die Ejakulation der Samenflüssigkeit beim Geschlechtsakt.

(2,3,16)

1.1.3 Der Nervus pudendus

Der Nervus pudendus wird hauptsächlich aus den ventralen Ästen des 3. und 4. Sakralnerven gebildet, kann aber auch Zuflüsse von S2 und S5 erhalten. In manchen Büchern, wie Max Clara: Das Nervensystem des Menschen (1) oder John Bonica: The Management of Pain (17), wird dieses Ursprungsgebiet auch als Plexus pudendalis bezeichnet, wobei der Nervus pudendus (N. pudendalis) hierbei als Hauptnerv des Plexus geführt wird (1), während er in anderen Büchern als Nerv des Plexus sacralis beschrieben wird. (3,2)

Der Nerv führt neben seinen motorischen und sensiblen Fasern auch sympathische Fasern, welche er über Rami communicantes vom Truncus sympathicus erhält und parasymphatische Fasern.

Der Plexus pudendalis liegt an seinem Ursprung kaudal des Plexus ischiadicus, am Unterrand des M. piriformis dem M. coccygeus auf. Hier wird er von der Arteria und Vena sacralis lateralis überkreuzt.

1. **Rr. musculares:** Sie gehen als erste direkt vom Ursprung des Plexus ab und versorgen das Diaphragma pelvis. Dabei zieht ein größerer Ast von S4 weg zum M. levator ani und versorgt diesen. Von ihm geht ein kleinerer Nervenast zum M. coccygeus ab, welcher auch direkt aus dem Plexus kommen kann. Diese beiden Äste verlassen das Becken nicht.
2. **Nn. pelvici:** Dies sind vegetative Äste des Plexus welche das Becken auch nicht verlassen. Sie bestehen aus den parasymphatischen Nn. splanchnici pelvici sowie den sympathischen Nn. splanchnici sacrales und ziehen zum Ganglion pelvicum. Äste des Ganglion pelvicum versorgen die Beckenorgane vegetativ:
 - Nn. rectales caudales zur Versorgung des im Becken, kranial des Levatorschlitzes gelegenen Anteils des Rektums.
 - Nn. vesicales caudales zur Versorgung des Blasengrundes und des M. sphinkter urethrae internus, dem unwillkürlichen Teil der Blasenschließmuskulatur.
 - Nn. vaginales zur Versorgung des proximalen Drittels der Vagina.

3. **N. pudendus (N. pudendalis):** Der Nerv begleitet die Arteria pudenda interna, welche ein Ast des ventralen Segmentes der Arteria iliaca int. ist, in ihrem gesamten Verlauf. Er verlässt das Becken über das Foramen infrapiriforme, zieht um die Spina ischiadica und gelangt über das Foramen ischiadicum minus in die Fossa ischioanalis, wo er, gemeinsam mit A. und V. pudenda interna in einer Fasienduplikatur des M. obturatorius internus, dem sog. Alcock'schen Kanal oder Canalis pudendalis, an der lateralen Wand verläuft. So gelangt er zum Hinterrand des M. perinei transversus profundus und über den Ramus ossis ischii und die Pars symphysica ossis pubis unter die Symphyse und weiter auf der dorsalen Seite des Penis bis zur Glans bzw. zur Clitoris.

Auf seinem Weg gibt er folgende Äste ab:

- **N. perforans ligamentum sacrotuberale:** Der sensible Nerv geht gleich beim Austritt aus dem Becken nahe der Spina ischiadica vom Stamm ab, durchbohrt dann das Lig. sacrotuberale relativ konstant und versorgt die Haut über dem Tuber ischiadicum und im Bereich des M. gluteus maximus.
- **Nn. anales:** Diese Nerven ziehen schräg nach ventral durch das Fett und Bindegewebe der Fossa ischioanalis zum Anus und versorgen den M. sphincter ani externus sowie die Haut des Anus und seiner Umgebung.
- **N. perinealis:** Dieser Nerv bildet den eigentlichen Endast des N. pudendus und gibt selbst weitere Äste ab. Er verläuft zwischen dem M. bulbocavernosus und M. ischiocavernosus im Spatium perinei superficiale und versorgt diese beiden Muskeln, sowie den M. transscursus perinei superficialis, die Haut des Dammes und des Skrotums, bzw. der Labia majora pudendi.

Im Einzelnen gibt er folgende Äste ab:

- a) **R. perinealis lateralis:** Er zieht zum Ursprung des M. ischiocavernosus, sowie zur Haut des seitlichen Perineums und versorgt auch einen kleinen Teil der Haut am proximalen medialen Oberschenkel.

- b) Rr. perineales mediales: Diese Äste versorgen beim Mann das Scrotum (Rr. scrotales) und die Schleimhaut der Urethra. Bei der Frau versorgen sie die großen und kleinen Schamlippen (Rr. labiales) sowie das Orificium urethrae und den Introitus vaginae.
- c) Rr. musculares: Sie ziehen als gemeinsamer Stamm durch den M. transversus perinei superficialis und versorgen diesen, sowie den M. transversus perinei profundus, die Mm. ischio- und bulbocavernosus sowie den ventralen Teil des M. sphincter ani externus.
- d) N. dorsalis penis / N. dorsalis clitoris: Dieser Nerv verläuft in der Verlängerung des Canalis pudendalis bedeckt vom Crus corporis penis bzw. clitoris nach ventral zum vorderen Rand des Diaphragma urogenitale, wo er unter dem Lig. arcuatum pubis durchzieht und somit die dorsale Seite des Penis bzw. der Clitoris erreicht. Dort zieht er lateral der A. dorsalis penis bzw. clitoris, bedeckt von der Fascia penis bzw. clitoris, nach vorne. Er gibt Äste zum M. transversus perinei profundus, zum M. sphincter urethrae externus, zur Haut des Penis (hier im Besonderen zu erwähnen die Äste zur Vorhaut und zur Glans) bzw. der Clitoris und zu den Gefäßen und Schwellkörpern ab.

(1,18)

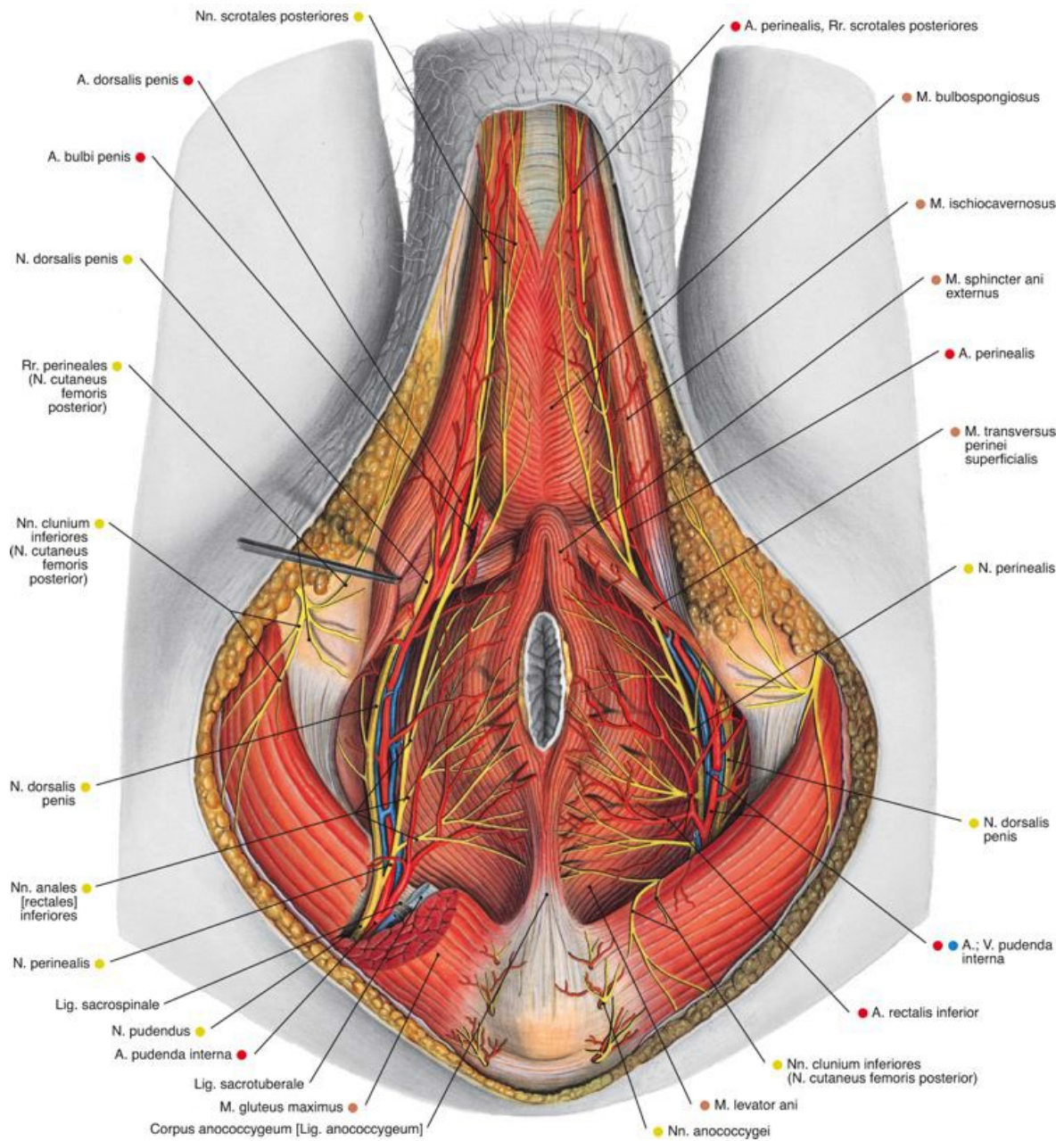


Abbildung 11: Verlauf N. pudendus beim Mann, Beckenboden Ansicht von kaudal. (aus: Sobotta: Anatomie des Menschen; Der komplette Atlas in einem Band, 22. Auflage 2007; Seite: 498)

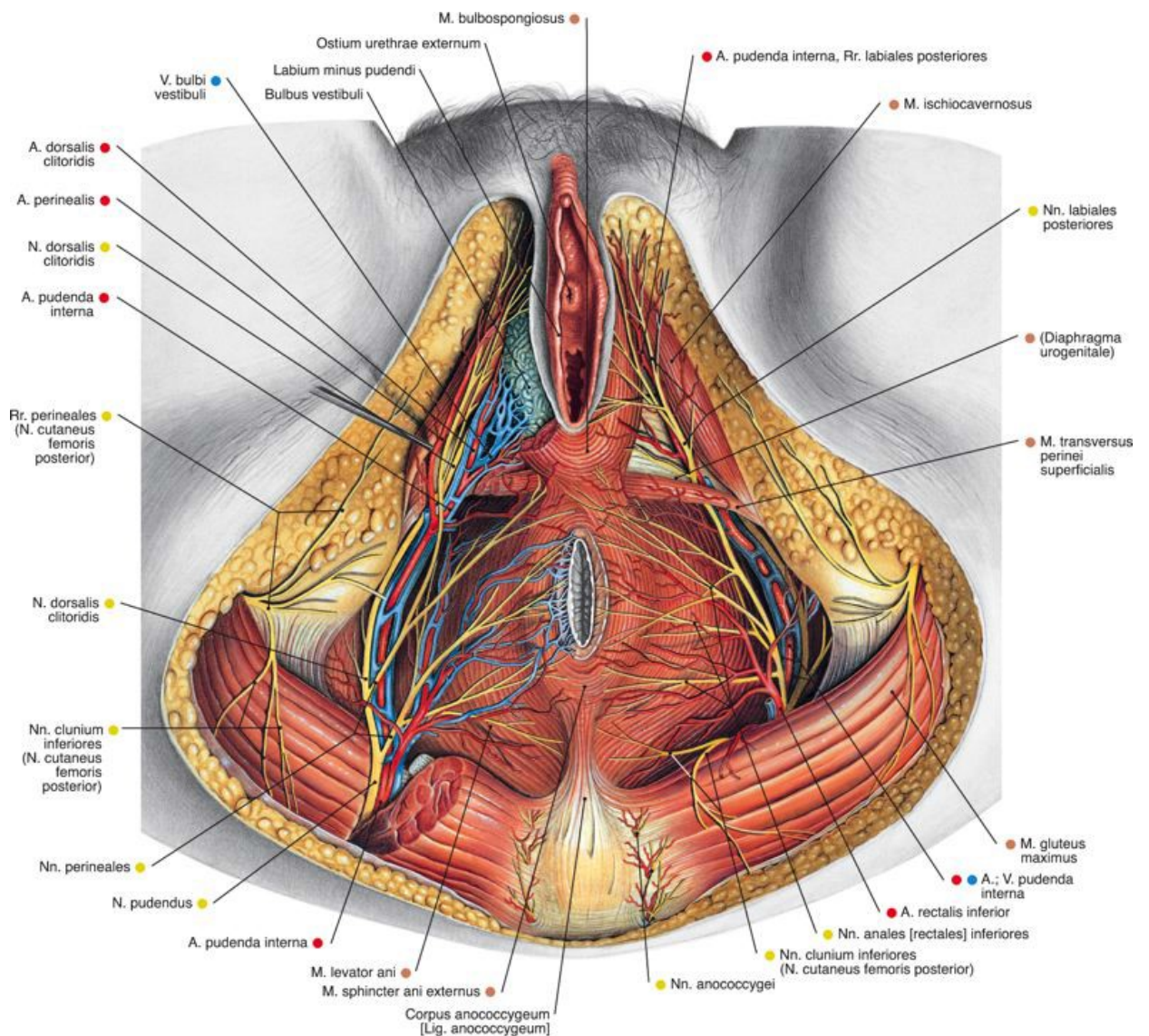


Abbildung 12: Verlauf N. pudendus bei der Frau. Beckenboden Ansicht von kaudal (aus: Sobotta: Anatomie des Menschen; Der komplette Atlas in einem Band, 22. Auflage 2007; Seite: 499)

1.2 Pathologien des Nervus pudendus

Durch die vielschichtigen Aufgaben des Nervus pudendus variieren auch die Pathologien und Krankheitsbilder in seinem Ausbreitungsgebiet stark. Während zentrale Störungen vermehrt zu Stuhl- und vor allem Harninkontinenz führen können, aber auch zu Obstipation und Harnverhalt, haben Störungen im weiteren Verlauf Schmerzsyndrome und erektile Dysfunktion zur Folge.

1.2.1 Kontinenzstörungen

Zu den Kontinenzstörungen zählen Stuhl- und Harninkontinenz, die durch einen verringerten bis fehlenden Tonus der Schließmuskulatur verursacht werden, aber auch Obstipation und Harnverhalt, die durch einen pathologisch gesteigerten Muskeltonus verursacht sein können.

1.2.1.1 Obstipation und Harnverhalt

Eine Schädigung des 1. Motorneurons führt zu einer spastischen Lähmung im Bereich der Schließmuskulatur. Dies kann zum Beispiel Folge einer fortgeschrittenen Amyotrophen Lateralsklerose (ALS) oder einer Multiplen Sklerose (MS) sein. (4)

1.2.1.2 Harn- und Stuhlinkontinenz

Durch den Ausfall der die Schließmuskulatur versorgenden Nervenäste kann es zu Harn- bzw. Stuhlinkontinenz kommen. Dies sind vor allem Äste, die das Becken nicht verlassen. Mit unserer Methode kann man somit diese Pathologien nicht behandeln, jedoch werden sie auch nicht hervorgerufen, da wir den Nerven erst nach seinem Austritt aus dem Becken blockieren. (4,19)

1.2.2 Schmerzsyndrome

Chronische Schmerzsyndrome im Bereich des Nervus pudendus fanden in der Schulmedizin lange Zeit nur wenig Beachtung. Da man kein pathologisches Korrelat finden konnte liefen sie auf der psychologischen, bzw. psychosomatischen Schiene. Mittlerweile hat sich die Einstellung dazu geändert und es gibt mehrere Hypothesen, wie die Beschwerden entstehen könnten. In der Literatur werden mittlerweile mehrere gängige Ursachen beschrieben:

1. Dehnung des Nervus pudendus infolge eines Geburtstraumas: Während der Geburt eines Kindes unterliegt der weibliche Beckenboden besonderen Kräften. Die Beckenbodenmuskulatur wird extrem gedehnt und kann teilweise auch einreißen. Da der Nervus pudendus, wie oben beschrieben, in einer sehr engen Beziehung zur Beckenbodenmuskulatur steht, unterliegt auch er den Dehnungen und den Kräften unter der Geburt. Infolgedessen kann es auch zu Dehnungen und Schäden des Nerven kommen, die postpartal zur typischen Schmerzsymptomatik führen können. (20)
2. Pudendal nerve entrapment syndrome (PNE): Ähnlich dem Carpaltunnelsyndrom bezeichnet das PNE eine Einklemmung des Nerven durch anatomische Strukturen. Das PNE wird je nach Ort der Einklemmung in verschiedene Typen unterteilt:
 - Typ 1: Beim Typ 1 drückt der M. piriformis auf den das Becken durch das Foramen infrapiriforme verlassenden Nervus pudendus.
 - Typ 2: Typ 2 bezeichnet eine Einklemmung auf der Höhe der Spina ischiadica, dem Ligamentum sacrotuberale oder dem Foramen ischiadicum minus.
 - Typ 3: Hier handelt es sich um eine Einklemmung durch den M. obturatorius internus beim Eintritt in den Alcock'schen Kanal.
 - Typ 4: Es handelt sich hierbei um eine nicht näher bezeichnete Einklemmung distaler Äste. (7)
3. Folge einer Bestrahlung des Beckens: Ein chronisches Schmerzsyndrom im Ausbreitungsgebiet des Nervus pudendus kann eine seltene Komplikation nach einer Bestrahlung des Beckens z.B.: als Therapie eines Prostatakarzinoms, sein.

Infolge der Bestrahlung kann es zu Vernarbungen im Bindegewebe des Beckens kommen, wodurch es zu einer Einschnürung des Nerven kommen kann. Der Nerv kann auch durch die Bestrahlung selbst gereizt werden. (21)

4. Andere Ursachen: Andere Ursachen sind zum Beispiel eine Post-Herpes Neuropathie, eine Neuropathie im Rahmen einer systemischen Polyneuropathie oder die Kompression durch einen Tumor.

1.2.2.1 Pudendus-Neuralgie

Im September 2006 veröffentlichte eine französische Arbeitsgruppe eine erste einheitliche Guideline zur Diagnose von chronischen Schmerzsyndromen im Becken, die sog. Nantes-Kriterien. (6) Hierbei, wie auch schon in älteren Publikationen, wurden vormals unterschiedlich benannte Schmerzsyndrome im Ausbreitungsgebiet des Beckens wie Chronic pelvic pain syndrome, Pudendal entrapment syndrome, Vulvodynie unter dem Namen Pudendal Neuralgia oder Nervus pudendus Neuralgie zusammengefasst. Der Namen Nervus pudendus Neuralgie bezieht sich somit auf alle chronischen Schmerzsyndrome welche die, vom Nervus pudendus sensibel versorgten Gebiete betreffen.

Die Angaben zur Inzidenz der Pudendus-Neuralgie variieren in der Literatur. Die International Pudendal Neuropathy Association (tinpa) bzw.: Health Organisation for Pudendal Education (HOPE) beziffert die Inzidenz auf 1/100.000 in der Normalbevölkerung (8) während sie in einer anderen Publikation mit 1/100 angegeben wird (22). Frauen sind doppelt so häufig betroffen wie Männer. (20) Auffallend ist, dass, im Gegensatz zu den meisten neuralgieformen Schmerzsymptomen, die Pudendusneuralgie meist beidseitig auftritt. (7)

1.2.2.1.1 Symptome

Hauptsymptom ist ein brennender neuropathischer Schmerz im Versorgungsgebiet des Nervus pudendus. Schmerzen treten bei der Frau im Bereich der Vulva, Vagina, Clitoris, Perineum und Rektum , beim Mann im Bereich von Glans penis, dem dorsalen Skrotum (der Hoden ist hierbei nicht betroffen, er wird vom Ramus genitalis des Nervus genitofemoralis sensibel versorgt; auch die ventrale Skrotalhaut ist nicht betroffen, diese

wird von N. ilioinguinalis versorgt), Perineum, Rektum und Prostata auf. Die Schmerzen verstärken sich im Sitzen oder bei Druck auf die Ossa ischii, während sie im Stehen und beim Gehen abnehmen.

Es werden auch einseitige Formen der Pudendus-Neuralgie beobachtet, wobei sich hierbei der Schmerz meist auf ein, vom Nervus pudendus versorgtes Organ begrenzt z.B.: den Hoden beim Mann, oder die Vagina bei der Frau sowie das Rektum und den Sphinkter ani bei beiden Geschlechtern. Wahrscheinlich sind sie Ausdruck einer isolierten Schädigung in der Nähe eines der Äste.

Begleitend werden häufig, erektile Dysfunktion, Parästhesien, anhaltende sexuelle Erregung, häufige Miktion, Fremdkörpergefühl in Vagina oder Rektum oder Allodynien beschrieben.

Patienten beschreiben auch eine Schmerzzunahme bei der Defekation.

Der Schmerz kann getriggert werden, indem man transvaginal oder rektal auf die Zone um die Spina ischiadica drückt. (8,20,7,6,23,17)

1.2.2.1.2 Diagnose

Für die Diagnose werden die bereits oben erwähnten Nantes-Kriterien herangezogen. Sie bestehen aus 5 Hauptsymptomen, die alle vorliegen müssen, einer Liste mit möglichen Begleitsymptomen sowie Ausschlusskriterien. Bei den Nantes Kriterien handelt es sich vor allem um eine Sammlung von Symptomen und somit um ein eher anamnestisches Diagnoseschema. (6)

In den Guidelines wird neben den Nantes-Kriterien eine physische Untersuchung, eine Bildgebung und ein diagnostischer Nervus pudendus Block empfohlen. (8,9)

Hauptsymptome:

1. Schmerzen im Versorgungsgebiet des Nervus pudendus: Der Schmerz muss sich im vom Nervus pudendus versorgten Gebiet befinden. Dieses betrifft das Gebiet vom Anus bis zur Glans Penis bzw. zur Vulva. Der Schmerz kann oberflächlich oder etwas tiefer sitzen.
2. Schmerzen vor allem im Sitzen: Durch die Veränderung der Lage der Beckenbodenmuskulatur im und vor allem durch den Druck auf die Glutealregion

beim Sitzen, wird der Nerv gereizt, da er sich durch die Einklemmung nicht frei bewegen kann. Patienten beschreiben auch eine Erleichterung beim Sitzen auf einem Toilettensitz, da hierbei der direkte Druck auf die Region wegfällt. Es treten somit vor allem im Sitzen Schmerzen auf, wobei sie durchaus auch, wenngleich nicht mehr in dieser Intensität, im Stehen auftreten können.

3. Der Patient wird durch den Schmerz nicht aus dem Schlaf geweckt: Dieses Kriterium ergibt sich aus dem vorherigen, da in liegender Position praktisch kein Druck auf den Nerven besteht. Die Patienten klagen jedoch sehr wohl über Schmerzen beim zu Bett gehen bzw. können durch Begleitbeschwerden wie z.B.: den häufigen Harndrang geweckt werden.
4. Schmerzen ohne objektive sensorische Beeinträchtigungen: Dies ist ein wichtiges Kriterium zur Abgrenzung eines Cauda equina Syndromes oder einer Läsion des Plexus sacralis, da diese zu sensomotorischen Defiziten führen, aber normalerweise keine Schmerzen in dem bezeichneten Gebiet hervorrufen.
5. Schmerzfreiheit durch diagnostischen Nervus pudendus Block: Eine anästhesiologische Infiltration des Nervus pudendus sollte zu einer Schmerzerleichterung bzw. Schmerzfreiheit für die Dauer des Blockes führen. Dies ist ein wichtiges Kriterium, wenngleich nicht sehr spezifisch, da auch andere Schmerzsymptome in diesem Bereich durch einen Block des Nervus pudendus gelindert werden. Auch kann der Block negativ sein, wenn sich die Nervenläsion proximal des Infiltrationspunktes befindet. Somit schließt ein negativer Block die Pudendus-Neuralgie nicht aus.

Ergänzende diagnostische Kriterien:

- Brennende, einschießende oder stechende Schmerzen, Taubheit: Diese Symptome beschreiben einen neuropathischen Schmerz. Sie können, müssen aber nicht zwingend vorkommen.

- Allodynie und Hyperpathie: Verstärkte Schmerzempfindlichkeit und Überempfindlichkeit gegenüber sensiblen Reizen sind ein häufiges Begleitsymptom der Pudendus-Neuralgie. Häufig beschreiben die Patienten, dass sie enge Kleidung, insbesondere enge Unterwäsche, als sehr unangenehm empfinden.
- Fremdkörpergefühl in Vagina oder Rektum: Viele Patienten beschreiben ein Fremdkörpergefühl vor allem im Bereich des Anus und des Rektums, aber auch in Vagina und Urethra. Dieses Symptom führt oft zur Fehldiagnose: Levator Ani Syndrom, doch es besteht kein Zusammenhang mit einer Hypertonie des M. levator ani. Man vermutet, dass dieses Gefühl über sympathische Nervenfasern geleitet wird, wodurch sich auch der Name „Sympathalgie“ ergibt.
- Zunahme der Schmerzen im Verlauf des Tages: Morgendliche Schmerzfreiheit und Zunahme der Schmerzen im Verlauf des Tages werden von Patienten häufig beschrieben.
- Mehrheitlich einseitiger Schmerz: Wenn der Schmerz vor allem halbseitig im vorderen und hinteren Perineum verspürt wird, spricht das für eine einseitige Pudendus Läsion.
- Durch Defekation getriggert Schmerz: Häufig geben Patienten an, sie verspüren vermehrt Schmerzen nach dem Stuhlgang, die bis zu einer Stunde lang anhalten können.
- Druckschmerz bei Palpation der Spina ischiadica: Druckschmerz im Bereich der Spina ischiadica kann durch viele anatomische Strukturen hervorgerufen werden und ist somit schwer zu interpretieren. Es kann aber ein Hinweis auf eine Läsion des Nervus pudendus sein.
- Neurophysiologische Befunde bei Männern und nulliparen Frauen: Der Geburtsvorgang ist die häufigste Ursache für Läsionen des Nervus pudendus und somit ein auffälliger anamnestischer Hinweis. Bei kinderlosen Frauen und Männern

mit Symptomen im Bereich des Nerven kann die neurophysiologische Untersuchung des Nerven helfen die Diagnose zu erlangen.

Ausschlusskriterien:

1. Schmerzen ausschließlich im Bereich des Steißbeins, der Glutealregion, des Schambeines oder hypogastrische Schmerzen: Diese Bereiche befinden sich nicht im Versorgungsgebiet des Nervus pudendus. Sie können im Rahmen einer Pudendus-Neuralgie mitbetroffen sein, treten die Schmerzen aber ausschließlich dort auf, ist das ein klares Ausschlusskriterium.
2. Pruritus: Patienten beschreiben zwar häufig ein unangenehmes Kribbeln, nicht aber, das für den Pruritus bezeichnende Verlangen sich zu kratzen.
3. Ausschließlich einschließende Schmerzattacken: Treten die Schmerzen ausschließlich anfallsartig einschließend auf, spricht das klar gegen eine Pudendus-Neuralgie.
4. Bildgebende Befunde, die Schmerzen erklären: Bildgebende Verfahren dienen nicht der Verifizierung der Diagnose Pudendus-Neuralgie, sondern dienen dem Ausschluss einer anderen Diagnose z.B.: eines neurologischen Tumors.

Assoziierte Symptome, welche die Diagnose nicht ausschließen:

Dies sind Symptome, die häufig in Zusammenhang mit Pudendus-Neuralgie auftreten, aber anatomisch gesehen, damit schwierig zu erklären sind. Doch die klinische Erfahrung zeigte, dass sie, durch die Behandlung der Neuralgie mitgemindert werden bzw. verschwinden.

- Gesäßschmerzen beim Sitzen: Die Innervation der Glutealregion obliegt nicht dem Nervus pudendus. Treten die Schmerzen in dieser Region isoliert auf, sind sie in keinen Zusammenhang mit der Pudendus-Neuralgie zu bringen. Häufig treten sie

jedoch bei Patienten mit manifester Pudendus-Neuralgie auf. Man vermutet, dass sie mit Spasmen der tiefen Muskulatur, des M. piriformis oder des M. obturatorius internus zusammenhängen, die häufig bei Pudendus-Neuralgie auftreten.

- Ischialgie-ähnliche Schmerzen: Diese Schmerzen treten sehr häufig in Zusammenhang mit der Pudendus Neuralgie auf. Ähnlich dem vorherigen, könnten sie vielleicht auf der anatomischen Nähe der Strukturen und somit der Reizung der anderen Nerven im Rahmen der Einklemmung des Nervus pudendus, beruhen.
- Schmerzen bezogen auf nahegelegene Strukturen: Schmerzen im Becken, in Gebieten die nicht direkt vom Nervus pudendus versorgt werden, aber in dessen Nähe gelegen sind.
- Gesteigerte Miktions-Frequenz und/oder Schmerzen bei voller Harnblase: Patienten berichten sehr häufig von einer gesteigerten Miktionsfrequenz und urethralen oder hypogastrischen Schmerzen bei voller Blase, die sich durch die Miktion bessern. Diese Schmerzen beruhen wahrscheinlich auf dem gesteigerten Druck auf den Nerven bei gefüllter Blase.
- Schmerzen während oder nach der Ejakulation: Hierbei muss zu allererst eine Infektion ausgeschlossen werden. Ist das geschehen könnte dies Folge einer Hypersensibilität in der Region sein.
- Dyspareunie und/oder Schmerzen nach dem Geschlechtsverkehr: Schmerzen während oder nach dem Geschlechtsverkehr sind bei der Pudendus-Neuralgie relativ häufig. Insgesamt ist meist die Häufigkeit des Geschlechtsverkehrs bei diesen Patienten stark vermindert.
- Erektile Dysfunktion: Obwohl der Nervus pudendus nicht direkt für die Erektion sondern für die Sensibilität und auch die Ejakulation zuständig ist, wird von den Patienten häufig über Erektionsprobleme geklagt. Dies könnte unter anderem mit der verminderten Sensibilität in Zusammenhang zu bringen sein.

- Unauffällige Neurophysiologische Befunde: Diese schließen eine Pudendus-Neuralgie keinesfalls aus.

(6)

Elektrophysiologische Untersuchung:

Die neurologische Diagnostik im Bereich des Beckens ist schwierig, da auf engem Raum sehr viele Strukturen verlaufen. Es gibt eine Reihe elektrophysiologischer Untersuchungen, die in der Klinik Anwendung finden und bei der Diagnosefindung helfen können. Hierbei bedarf es auf jeden Fall eines geübten und wenn möglich auf die Neurologie des Beckenbodens spezialisierten Untersucher.

1. Elektrisch stimulierte Pudenduslatenz:

Die Latenzbestimmung nach elektrischer Reizung eines Nerven gibt Auskunft über den morphologischen Zustand des Nerven. Aus der Latenzzeit kann die Leitungsgeschwindigkeit des Nerven errechnet werden. Die Messung der Pudenduslatenz erfolgt über eine bipolare Reizelektrode an der Fingerspitze und eine unipolare Ableitelektrode an der Basis des untersuchenden Fingers.

Die Untersuchung erfolgt rektal, wobei der Finger so nahe wie möglich an das Ursprungsgebiet des Nervus pudendus herangeführt wird, damit sich eine ausreichend lange Messstrecke ergibt.

Ist die Latenzzeit verlängert, weist dies auf eine Schädigung des Nerven hin. (4)

2. Elektromyographie der Beckenbodenmuskulatur mit Oberflächenelektroden:

Oberflächenelektroden sind leicht zu handhaben und daher werden sie in der urologischen und proktologischen Praxis häufig eingesetzt. Mit ihnen kann die gesamte Aktivität der anorektalen Schließmuskulatur gemessen werden, sie erlauben aber keine Differenzierung bzw. Rückschluss auf die Aktivität eines einzelnen Muskels. Auch zur Unterscheidung zwischen neurogener und myogener Schädigung sind sie nicht geeignet. Zum anderen aber sind sie für den Patienten wenig belastend und bedürfen ob ihrer leichten Anwendung keiner besonderen Spezialisierung des Untersuchers.

Sie sind zur Ableitung von Reflexlatenzen, der elektrisch oder magnetisch evozierten Pudenduslatenz und zur Stimulation der Pudendus-SSEP (somatosensibel evozierte Potenziale) geeignet.

In der neurologischen Praxis wird diese Untersuchung bei Verdacht auf eine Neuropathie des Beckenbodens eingesetzt. Sollte sie positiv sein, werden weitere, genauere aber auch invasivere Untersuchungsmethoden angewendet. (4)

3. Elektromyographie des M. sphincter ani ext. mit konzentrischer Nadelelektrode:

Dies ist eine genauere, aber auch invasivere und für den Patienten unangenehmere Form der oben genannten Untersuchung. Hiermit kann die Unterscheidung zwischen neurogener und myogener Schädigung erfolgen. Sie kommt hauptsächlich bei der Stuhlinkontinenz zur Anwendung und ist somit für die Diagnose der Pudendus-Neuralgie nicht interessant. Der Vollständigkeit halber wurde auch sie hier angeführt.

4. Reflexlatenzen:

Hier kommen verschiedene Untersuchungen zur Anwendung:

- Sakrale Latenz: Diese ist für die Pudendus-Neuralgie nur dann von Bedeutung, wenn sie normal ist, da in diesem Fall eine Schädigung auf Höhe der Nervenwurzeln ausgeschlossen werden kann. (20)
- Bulbokavernosusreflex: Der Reflex wird durch Druck auf die Glans Penis bzw. die Klitoris bzw. durch einen elektrischen Reiz des N. dorsalis penis/clitoris ausgelöst. Abgeleitet wird über den M. bulbocavernosus mithilfe von Oberflächen- oder Nadelelektroden. Ein Fehlen des Reflexes wird als pathologisch gewertet und zeugt von einer Nervenschädigung.
- Analreflex: Der Analreflex wird durch die Setzung eines Reizes in der perianalen Region ausgelöst und führt zu einer Kontraktion des M. sphincter ani ext.

(4)

5. Somatosensibel evozierte Potentiale (SSEP) im Pudendus Innervationsgebiet:

Hierbei werden Reize am Penischaft bzw. des großen Schamlippen oder in der anorektalen Region gesetzt und kortikal oder lumbal abgeleitet. Diese

Untersuchung ist zur Diagnose einer anorektalen Störung (24) oder einer erektilen Dysfunktion geeignet (25).

1.2.2.1.3 Therapie

Wie bei anderen Nervenkompressionssyndromen sollte die Therapie initial konservativ, mit (oralen) Medikation und Physiotherapie erfolgen. Die Medikation erfolgt hierbei meist mit einem Antiepileptikum wie z.B.: Pregabalin (Lyrica®) und einem Muskelrelaxans, wobei sich gezeigt hat, dass lokale, rektal oder vaginal applizierte Muskelrelaxantien gegenüber systemischen, bei gleicher Wirkung, besser vertragen werden und somit eher zur Anwendung kommen. (8) Die Physiotherapie kommt in Form von Dehnungen und manuellen Techniken zum Einsatz, die darauf abzielen Muskelspasmen zu lösen, unter denen viele der Patienten leiden. Bei Patienten, die trotz Muskelrelaxantien und Physiotherapie noch immer unter verkrampften Muskeln leiden, bzw. bei denen aus verschiedenen Gründen eine Physiotherapie nicht möglich ist, können Botulinum-Toxin Injektionen direkt in die Muskeln zur Anwendung kommen. (26)

Kommt es durch diese Maßnahmen zu keiner Besserung der Symptomatik, kommen in der nächsten Therapiestufe anästhesiologische Infiltrationen zum Einsatz. Dabei können die Kompressionsstellen des Nervus pudendus mit Kortikoiden und langwirksamen Lokalanästhetika infiltriert werden. Dies geschieht unter bildgebender Kontrolle an verschiedenen Stellen entlang des Nervenverlaufes. Dabei kommen bildgebende Verfahren wie CT, C-Bogen, MRT und Ultraschall zum Einsatz. Zudem gibt es noch Techniken, die ohne Bildgebung auskommen und auf der transvaginalen oder rektalen Palpation der Spina ischiadica beruhen. Wegen der speziellen Wichtigkeit dieser Techniken für meine Arbeit werden sie in einem folgenden Kapitel ausführlich einzeln dargestellt.

In der Praxis wird üblicherweise mit einer Serie von 3 Infiltrationen therapiert, die in einem Abstand von 6 Wochen erfolgen. Sollte es danach zu keiner Besserung der Symptomatik kommen, die es dem Patienten erlaubt einen normalen Alltag zu gestalten, kommt die letzte Stufe der Therapie zum Einsatz: die chirurgische Dekompression des Nerven.

Hierbei gibt es mehrere Zugangswege, wobei der am häufigsten angewandte, der von Robert et al. Beschriebene, transgluteale Zugang, ist. Auch diese Zugänge werden im Folgenden im Einzelnen genau beschrieben.

1.3 Zugänge zum Nervus Pudendus

Zugänge zum Nervus pudendus können eine diagnostische und eine therapeutische Relevanz haben. Dabei unterscheidet man verschiedene, durch bildgebende Verfahren unterstützte, von rein palpatorisch unterstützten und chirurgischen Zugängen.

1.3.1 CT- gezielter Zugang

Hierfür liegt der Patient in Bauchlage, während in 5mm Schichtdicke eine Computertomographie vom Caput femoris bis zum Os ischii durchgeführt wird. Die Spina ischiadica, die Ligamenta sacrospinalia und sacrotuberalia und der Processus falciformis des Lig. sacrotuberalia werden dargestellt. Eine 22 Gauge Nadel wird transgluteal entweder über die Spitze der Spina ischiadica durch die Ligamenta sacrotuberalia und sacrospinale in das Foramen ischiadicum minus plaziert oder medial des M. obturatorius internus unter dem Processus falciformis in den Canalis pudendalis eingeführt. Dort wird zur Überprüfung der Lage 3-5ml Kontrastmittel appliziert.

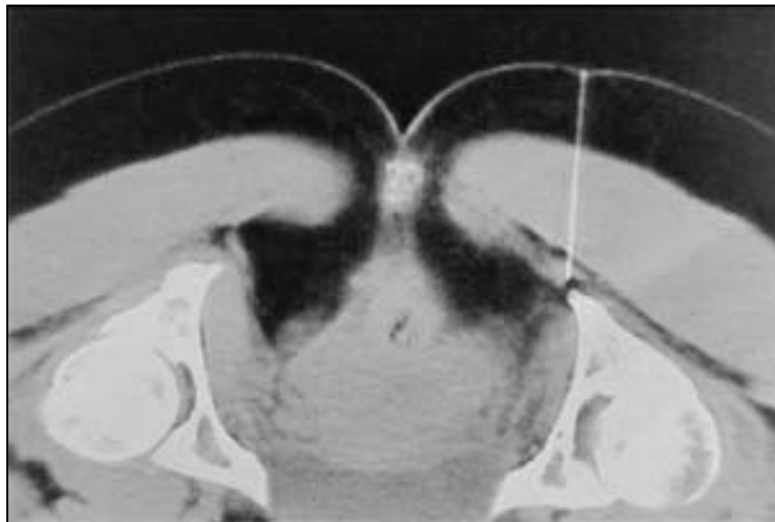


Abbildung 13: Spitze der Nadel an der Spina ischiadica (aus McDonald et al. Computed tomography-guided pudendal block for treatment of pelvic pain due to pudendal neuropathy.)

Danach werden, je nach Grund des Eingriffes, entweder in diagnostischen oder therapeutischen Dosen, ein Lokalanästhetikum (Lidocain, Bupivacain etc.) und ein langwirksames Glucocortikoid appliziert.

Die therapeutische Infiltration wird zuerst meist an der Spina versucht. Sollte sich nach zweimaliger Infiltration die Symptomatik nicht verbessern, wird direkt in den Canalis pudendalis infiltriert. (27,28,29)

1.3.2 C-Bogen kontrollierter Zugang

Der Patient wird in Bauchlage unter dem C-Bogen positioniert. Dann wird unter dem C-Bogen die Spina ischiadica aufgesucht. Da im anteroposterioren (a-p) Strahlengang die Spina nicht eindeutig zu identifizieren ist, weil vom knöchernen Beckenring überdeckt, wird der C-Bogen deshalb um 15-20° rotiert.

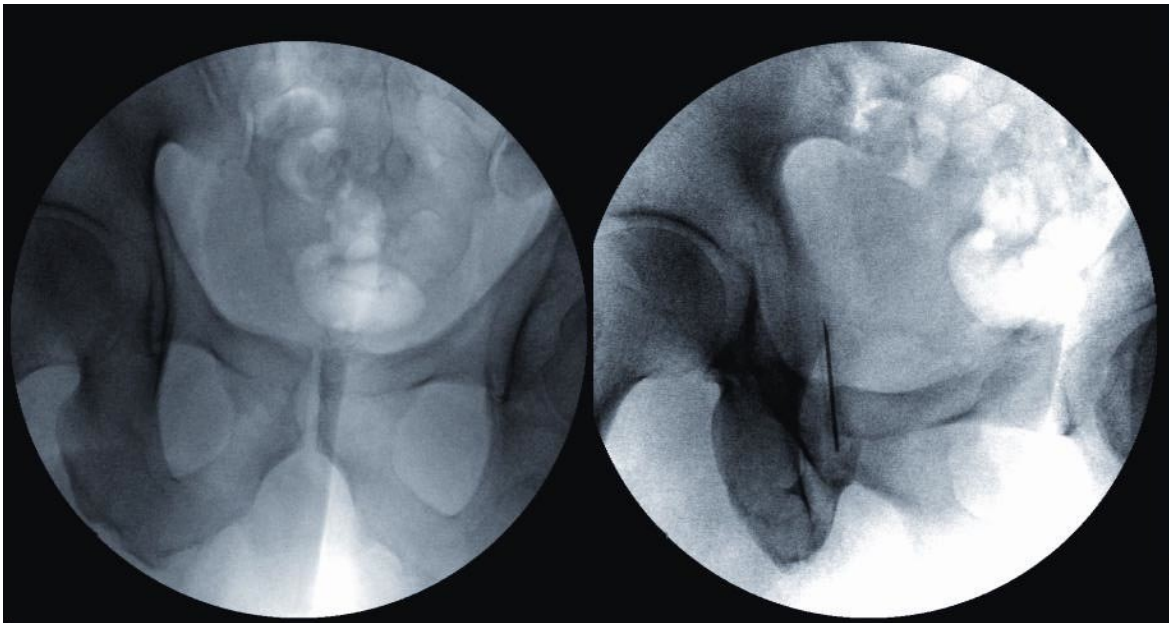


Abbildung 14: Links: A-P-Aufnahme, Rechts: um 15-20°gekippt (aus Abdi et al.: A Novel Technique for Pudendal Nerve Block)

Nachdem die Spina eindeutig identifiziert ist, wird nach vorheriger Lokalanästhesie der Einstichstelle eine 25-Gauge-Spinalnadel parallel zum Strahlengang zur Spina ischiadica vorgeschoben. Nach dem Knochenkontakt wird 1ml Kontrastmittel appliziert um die Korrektheit der Lage zu überprüfen. Ist dies geschehen wird das Lokalanästhetikum und die Glucocortikoid-Lösung injiziert. (30,31)

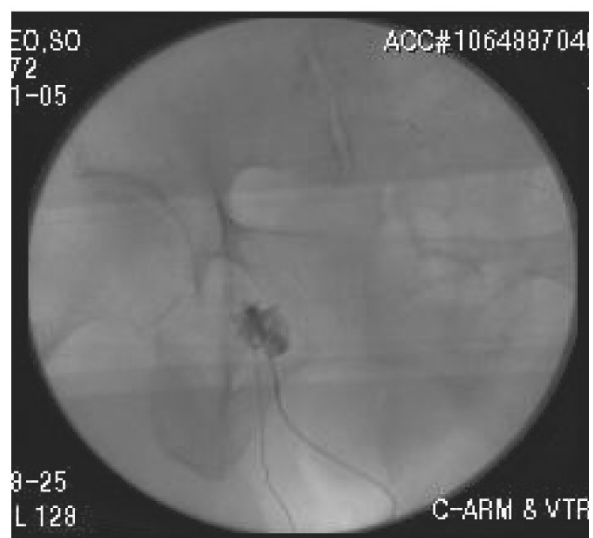


Abbildung 15: C-Bogen Kontrollierter Pudendus-Block (aus Choi et al.: C-arm-guided pudendal nerve block: a new technique)

1.3.3 Ultraschall-gezielter Zugang

Ultraschall gezielte Zugänge zum Nervus pudendus bieten viele Vorteile gegenüber den anderen Verfahren wie CT- und C-Bogen gezielte Techniken. Zum einen fällt beim Ultraschall die Strahlenbelastung weg, zum anderen sind Ultraschallgeräte leicht, mobil und quasi überall in einem hospitalen Umfeld zu finden.

Für die Ultraschall-gezielten Techniken eignet sich, sowie bei den meisten anderen Techniken der Zugang über die Spina ischiadica, da diese relativ leicht auffindbar ist und der Nerv dort erwiesenermaßen fast immer eine sehr nahe Beziehung zur Spina hat. (32)

Kovacs et al. haben schon 2001 in ihrer Studie gezeigt, dass die Ultraschall-gezielte Infiltration des Nervus pudendus entweder direkt, also über die direkte Visualisierung des Nervs mittels Ultraschall, oder indirekt über die Visualisierung nahegelegener Strukturen wie der Spina ischiadica, dem Lig. sacrotuberale und der pulsierenden Arteria pudenda int., möglich ist. (33)

Dennoch ist der Ultraschall-gezielte Zugang zum Nervus pudendus bis heute noch nicht in der klinischen Praxis angekommen. In der Literatur findet sich eine Studie, welche eine Technik zur Ultraschall-gesteuerten Pudendus-Blockade mittels Echtzeit-Visualisierung und Doppler-Farbsonographie beschreibt (34) Diese Studie wurde allerdings nur an 17 Patienten durchgeführt und arbeitet mit Zuhilfenahme eines C-Bogens zur Überprüfung der Lage der Nadel.

Mittels Ultraschall wird die Spina ischiadica, die Art. pudenda int. und die Ligg. sacrotuberale und sacrospinale aufgesucht.

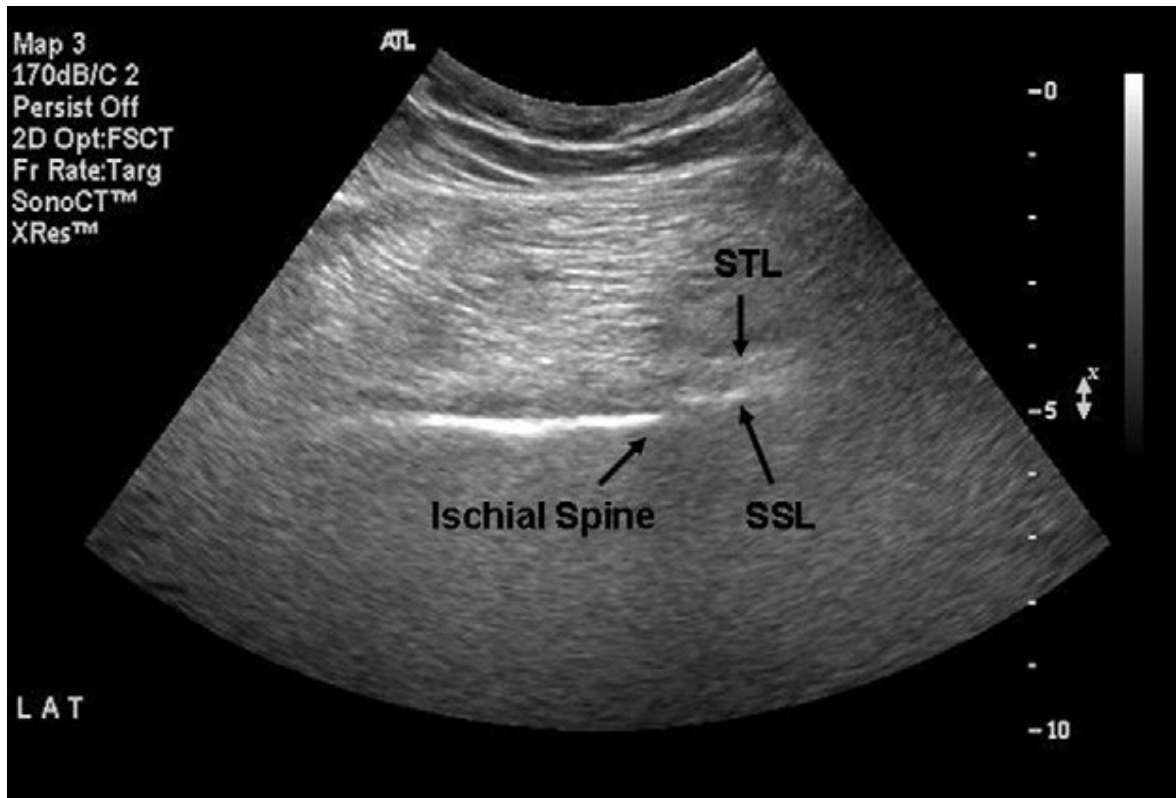


Abbildung 16: Darstellung der Spina ischiadica und der Lig. sacrotuberale(STL) und sacrospinale(SSL) (aus: Rofael et al.: Feasibility of Real-Time Ultrasound for Pudendal Nerve Block in Patients with Chronic Perineal Pain)

Ist dies geschehen, wird mittels Doppler-Farbsonographie die Art. pudenda int. dargestellt.

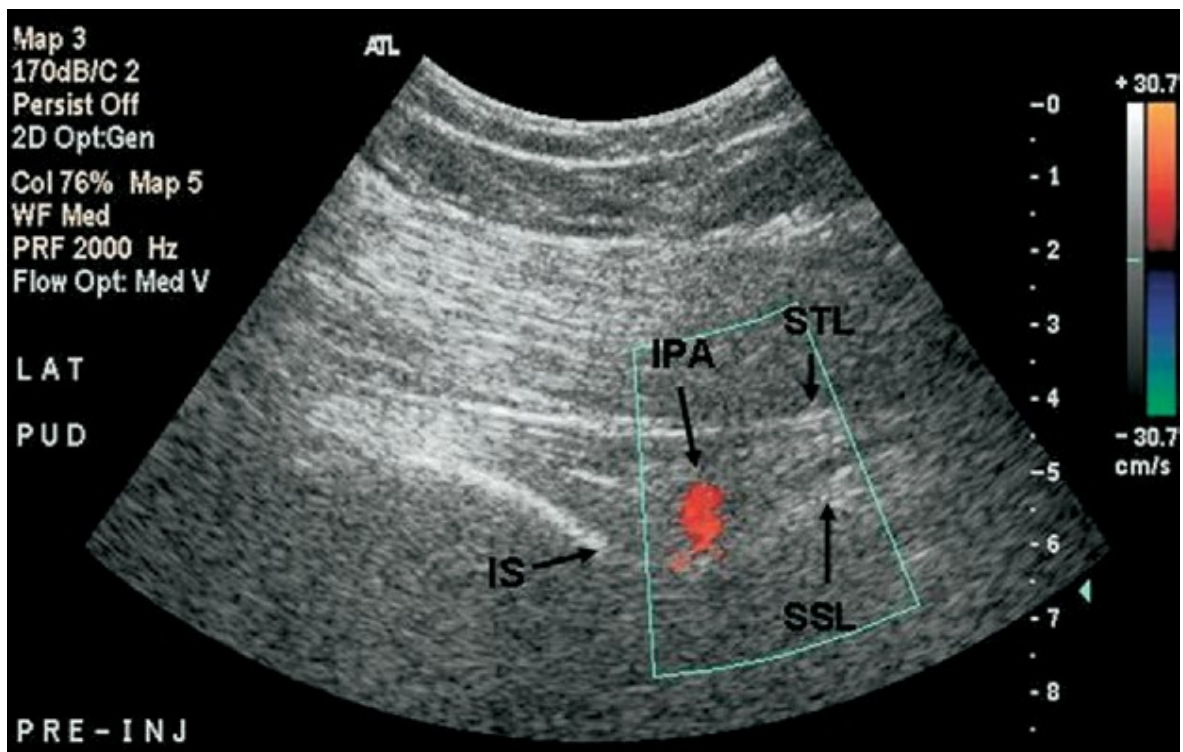


Abbildung 17: Darstellung der Art. Pudenda int. (aus: Rofael et al.: Feasibility of Real-Time Ultrasound for Pudendal Nerve Block in Patients with Chronic Perineal Pain)

Dann wird eine 22-Gauge Nadel in die Region vorgeschoben und medial der Arterie positioniert. Es werden 1-2ml 5%ige Dextrose-Lösung appliziert, wodurch über das Ausbreitungsmuster die Position der Nadel verifiziert werden kann.

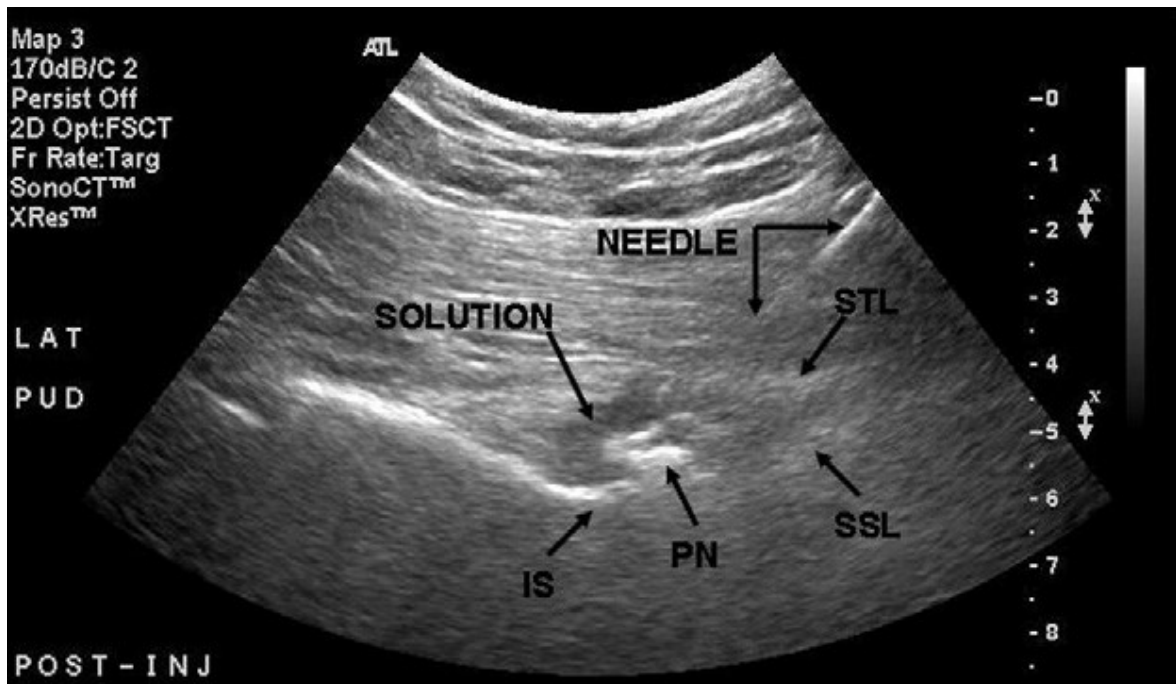


Abbildung 18: Ausbreitung der Dextrose-Lösung (aus: Rofaef et al.: Feasibility of Real-Time Ultrasound for Pudendal Nerve Block in Patients with Chronic Perineal Pain)

Gelingt das nicht optimal, wird die Position mithilfe des C-Bogens überprüft. Dann folgt die Infiltration mit dem Lokalanästhetikum und den Steroiden. (34,35)

Der Ultraschall-gezielte Zugang zum Nervus pudendus ist sicher eine sehr gute Technik, die in Zukunft mehr in den Vordergrund drängen wird. Es bedarf jedoch noch weiterer Studien und höherer Patientenzahlen, damit sie im klinischen Alltag Einzug halten wird.

1.3.4 Chirurgische Zugänge

In der Literatur finden sich 4 verschiedene operative Techniken, die einen Zugang zum Nervus pudendus ermöglichen.

1. Technik nach Shafik et al.:

Der Patient wird in Steinschnittlage positioniert. Unter Lokalanästhesie oder Vollnarkose wird paraanal, ca. 2cm lateral des Anus, ein vertikaler Schnitt durchgeführt und die Fossa ischioanalis eröffnet. Dort wird der Nervus analis (N. rectalis inf) welcher von lateral nach medial ziehend die Fossa ischioanalis

durchkreuzt, aufgesucht. Er wird vorsichtig mit dem Zeigefinger gefasst und leicht gedehnt, sodass er nach lateral bis zum Austritt aus dem Alcock'schen Kanal verfolgt werden kann. Dort wird der Nervus pudendus als schnurförmige Struktur im Kanal identifiziert und die Faszie über ihm entlang des Nerven gespalten. Der nun aus dem Kanal befreite Nerv wird weiter bis zur Spina ischiadica verfolgt und dann freihängend in der Fossa ischioanalis belassen. Es folgen Blutstillung und Verschluss der Wunde. (36)

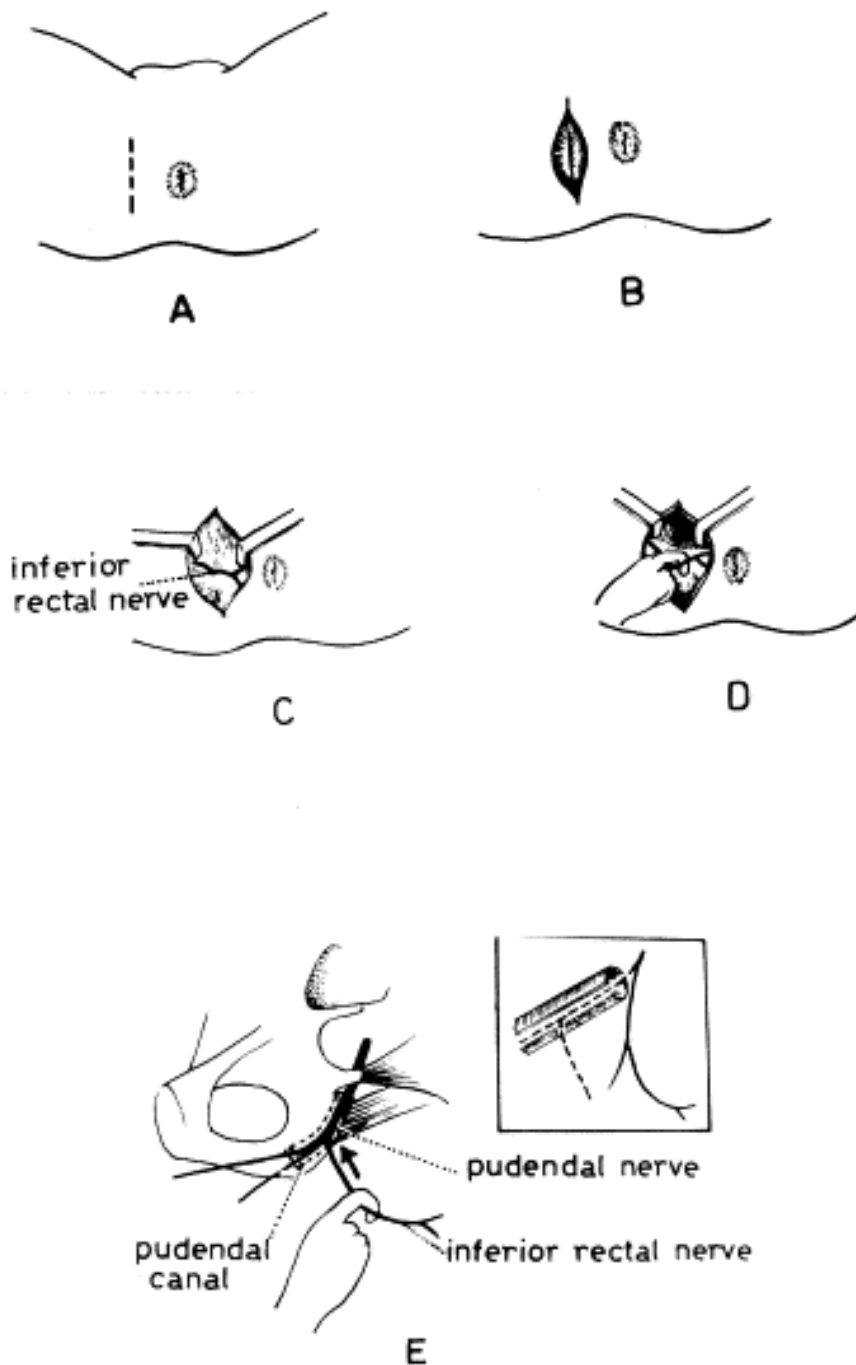


Abbildung 19: Operationstechnik nach Shafik et al. (aus: Shafik A.: Pudendal canal syndrome as a cause of vulvodynia and its treatment by pudendal nerve decompression)

2. Technik nach Robert et al.:

In Vollnarkose wird auf beiden Seiten über dem Musculus gluteus maximus ein transversaler Hautschnitt von ca. 7 cm Länge durchgeführt. Der Muskel wird dargestellt und entlang seiner Faserrichtung inzidiert. Das Lig. sacrotuberale wird dargestellt und von Muskelresten befreit, bevor es auf der Höhe der Spina ischiadica transversal reseziert wird. Dadurch wird das Gefäß-Nerven-Bündel, das neben dem Nervus pudendus auch die Arteria und Vena pudenda interna enthält, sichtbar und wird vorsichtig von der dorsalen Seite des Bandes abgelöst. Dann wird der Alcock'sche Kanal aufgesucht. Ist die Faszie verdickt oder der Proc. falciformis verstärkt, sodass er auf den Nerven drückt, können diese gespalten werden. Dann wird das Lig. sacrospinale durchtrennt und der Nerv vor die Spina verlagert. Dadurch werden wichtige Zentimeter gewonnen, sodass sich der Nerv freier den Bewegungen anpassen kann. Dann werden Muskel, Subkutis und Haut zugenäht. Die Durchtrennung der beiden Bänder bereitet üblicherweise keine Probleme, die Stabilität des Beckens ist nicht gefährdet. (5,37)

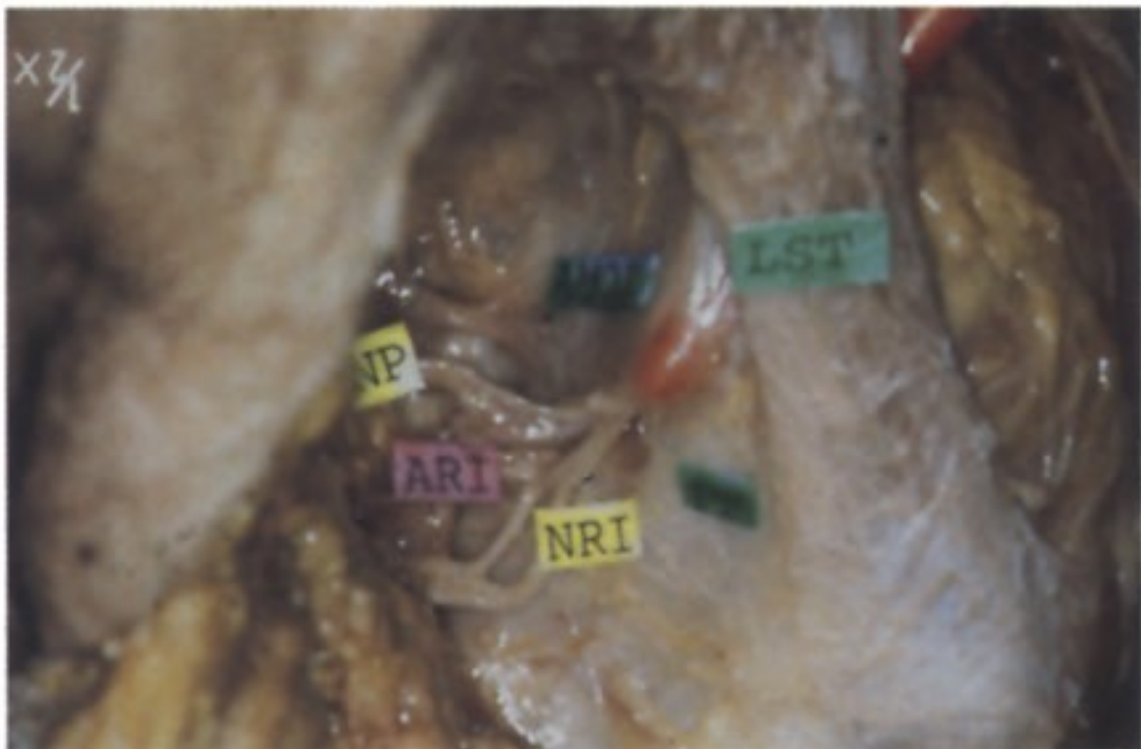


Abbildung 20: Sicht auf das Lig. sacrotuberale (LST), den Nervus pudendus (NP) und die Art. pudenda int (aus: Robert et al.: Anatomic basis of chronic perineal pain: role of the pudendal nerve)



Abbildung 21: Gespaltenes Lig. Sacrotuberale (aus: Robert et al.: Anatomic basis of chronic perineal pain: role of the pudendal nerve)

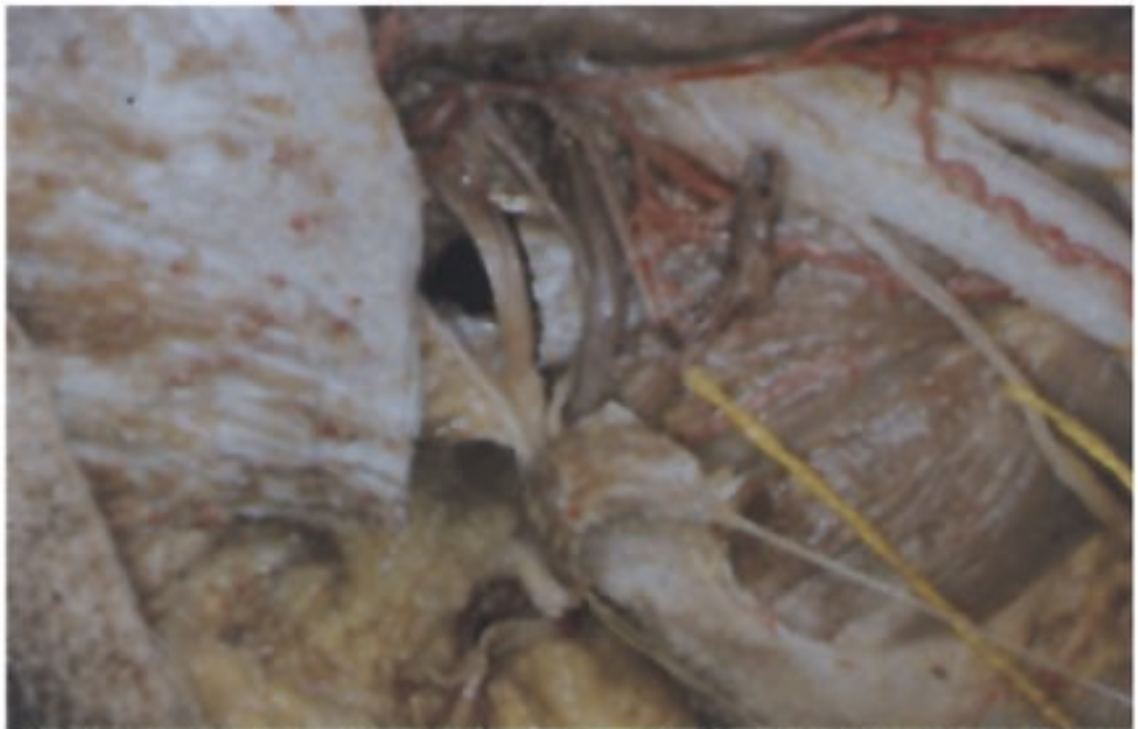


Abbildung 22: gespaltenes Lig sacrospinale; N. pudendus vor die Spina ischiadica verlagert (aus: Robert et al.: Anatomic basis of chronic perineal pain: role of the pudendal nerve)

3. Technik nach Baurant:

Die Operation beginnt je nach Geschlecht des Patienten mit zwei verschiedenen Zugängen. Bei Frauen wird in Vollnarkose eine posteriore mediane vaginale Inzision durchgeführt, während beim Mann ein horizontaler perinealer Schnitt erfolgt. Das Lig. rectovaginale bzw. rectovesicale wird durchtrennt und somit erfolgt der Zugang in die Fossa ischioanalis. Das Lig. sacrospinosa wird durchtrennt und der Alcock'sche Kanal, beginnend am Lig. sacrospinosa, eröffnet. Der Proc. falciformis wird durchtrennt und somit der N. pudendus gänzlich aus dem Kanal befreit. (38)

4. Technik nach Beco:

In der Publikation von Beco et al 2004 wurde die oben beschriebene Technik von Shafik um die Spaltung des Lig. sacrospinosa erweitert um damit das Outcome zu verbessern. (39)

Die am weitesten verbreitete Methode in der Klinik ist jene nach Robert. Sie ist gleichzeitig die umfassendste, da durch die Verlagerung des Nerven vor die Spina ischiadica, die Durchtrennung der Ligg. sacrotuberales und sacrospinosa und die Möglichkeit der Eröffnung des Canalis pudendalis und die Spaltung des Proc. falciformis praktisch alle möglichen Lokalisationen der Einklemmung des N. pudendus beseitigt werden können. (20)

1.3.5 Transvaginaler Zugang

Hierbei tastet man transvaginal die Spina ischiadica. Mit einer speziellen Spritze, der sogenannten Iowa-Trompete, wird unmittelbar unter dem, die Spina tastenden Finger, 1cm kaudal der Spina ischiadica, die Scheidenhaut und das Lig. sacrospinosa bis zu einer Tiefe von 1-1,5cm durchstoßen und in das, den Nerven umgebende lockere Bindegewebe, das Lokalanästhetikum injiziert. (40,17)

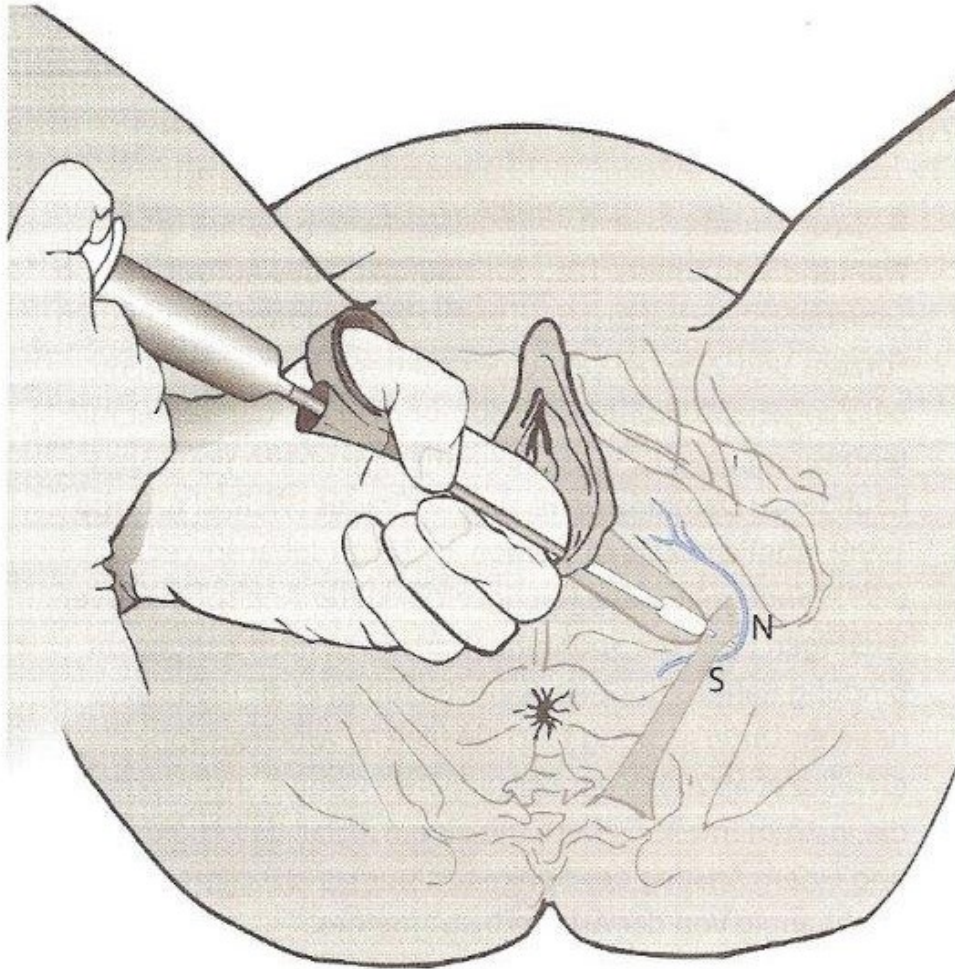


Abbildung 23: Transvaginaler Zugang (aus: Schneider et al.: Die Geburtshilfe)

Ein ähnlicher Zugang existiert auch für den Zugang beim Mann. Hierbei wird rektal die Spina getastet und transperineal gestochen. Dieser Zugang findet aber nur mehr selten Verwendung.

2 Material und Methoden

Für die vorliegende Studie wurden insgesamt 82 untere Extremitäten verwendet (47 weibliche, 35 männliche), die in Thiel'scher Lösung konserviert worden waren. Es wurden nur Leichen und Leichenteile verwendet, die später für Lehre und Forschung am Anatomischen Institut der Medizinischen Universität Graz weiterverwendet werden konnten. Sämtliche Präparate sind von Leichnamen, welche aus dem Spenderprogramm des Institutes stammen.

Die von Prof. Dr. Walter Thiel entwickelte Thiels'sche Lösung (10) ist eine spezielle Konservierungsflüssigkeit, die es ermöglicht die Struktur, Konsistenz, Farbe und Flexibilität des Gewebes zu erhalten. Diese Konservierungsmethode eignet sich besonders für Studien auf dem Gebiet der Regionalanästhesie, wie bereits durch einige Studien von Feigl et al gezeigt wurde. (11,12,13)

Die Studie teilte sich in 2 Gruppen. Gruppe 1 bestand aus insgesamt 40 unteren Extremitäten, wobei eine Extremität aufgrund unzureichender Konservierung im Bereich des Beckens ausgeschlossen werden musste, die restlichen 39 jedoch verwendet werden konnten. Diese Präparate stammen aus dem Sezierkurs für höhersemestrigere Humanmedizinstudierende im Dezember/Jänner 2013/14. Gruppe 2 bestand aus 43 Extremitäten, die aus dem Sezierkurs für Medizinstudenten im zweiten Semester (Lokomotion), vom März 2014 stammten. Die Unterschiedlichen Gruppengrößen kamen dadurch zu Stande, dass wir in Abhängigkeit von den gerade abgehaltenen Lehrveranstaltungen nicht mehr Präparate zur Verfügung hatten. Es kamen zwei verschiedene Techniken zum Einsatz.

Für beide Gruppen verwendeten wir ein Ultraschallgerät der Firma Siemens (Erlangen, Deutschland), Modell Acuson X 150 mit einer 10,5 MHz (VF 10-5) Konvexsonde.

Für die Injektion verwendeten wir 2ml weißen Gummilatex. Dieser hat den Vorteil, dass er in Verbindung mit den Elementen der Thiel'schen Lösung innerhalb kurzer Zeit aushärtet und damit später das Präparieren erleichtert wurde.

Zu Beginn stand die Überlegung wie ein sicherer Zugang zum Nervus pudendus zu erreichen wäre und welche oberflächlichen und sonographischen Landmarks wir zur Orientierung verwenden könnten. Die oberflächlichen Orientierungspunkte standen bald

fest. Wir entschieden uns für eine, im Lanz Wachsmuth beschriebene Linie zwischen der Spina iliaca posterior superior (SIPS) und dem Tuber ischiadicum (TI), da diese beiden Strukturen leicht palpabel sind und der Nervus pudendus bei seiner Schleife um die Spina ischiadica diese Linie quert.

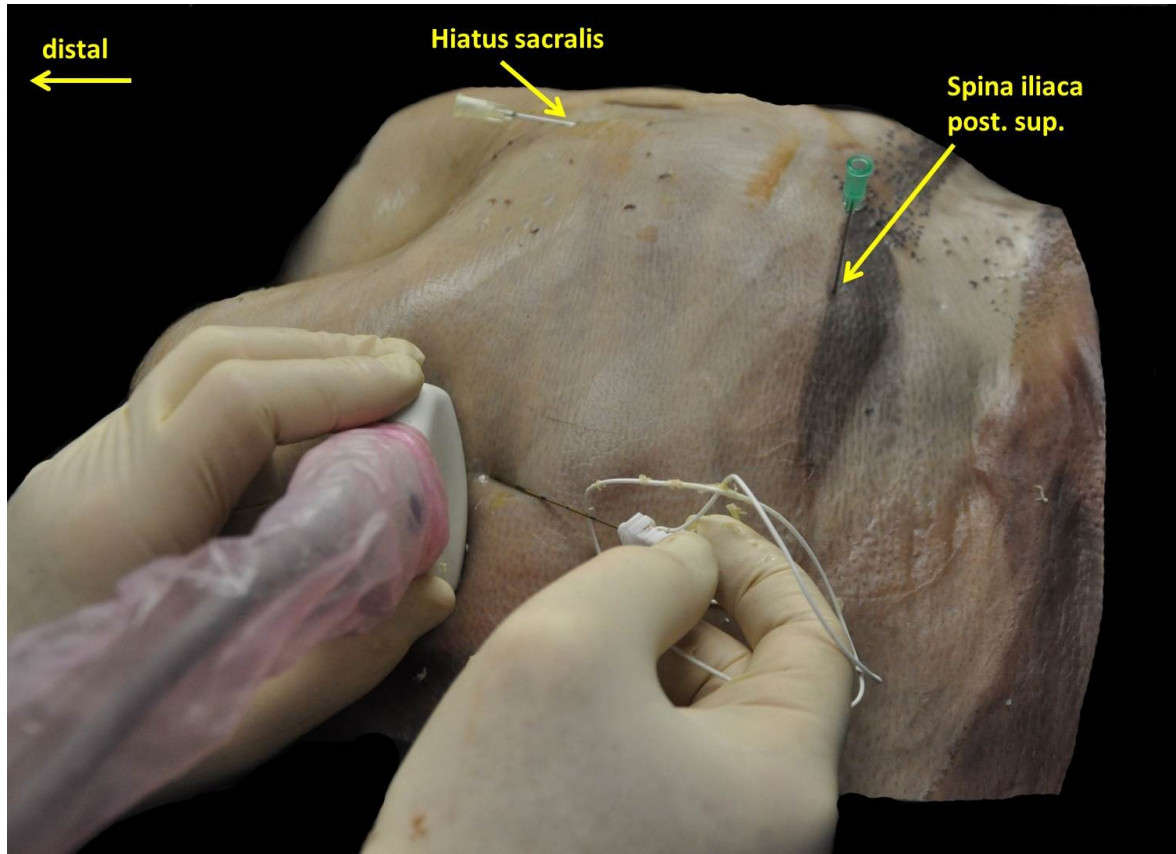


Abbildung 24: Durchführung der Injektion, äußere Landmarks (Aufgenommen am Institut für Anatomie Graz)

Bei unseren Untersuchungen hielten wir uns an zwei unterschiedliche sonographische Orientierungspunkte. Dazu teilten wir das zur Verfügung stehende Untersuchungsmaterial in zwei Gruppen: bei der Gruppe 1 orientierten wir uns am Nervus ischiadicus, da dieser sonographisch relativ einfach identifizierbar ist und er proximal im Bereich der Pfortenregion in einer engen anatomischen Beziehung zum Nervus pudendus steht; Bei der Gruppe 2 wählten wir die Spina ischiadica und die sie umgebenden Strukturen als Orientierungspunkt.

1. Gruppe 1:

Zuerst wurden die Leichen in Bauchlage positioniert. Dann suchten wir mittels Ultraschall am proximalen Oberschenkel distal des M. gluteus maximus, den Nervus ischiadicus auf. Das gelang nach einigen Versuchen ziemlich rasch, da der Nerv als relativ dicke Struktur, aufgrund seiner Echogenität sonographisch gut erkennbar ist. Sobald wir ihn identifiziert hatten, verfolgten wir ihn nach kranial bis auf die Höhe des Foramen ischiadicum minus. Dort platzierten wir die Nadel 1 cm medial des Nerven und applizierten wir 1 ml Wasser, um, in dem sich dadurch bildenden echoarmen Areal, die korrekte Lage der Nadelspitze gut darstellen zu können. Daraufhin erfolgte dann die Injektion von 2 ml weißen Gummilatex.

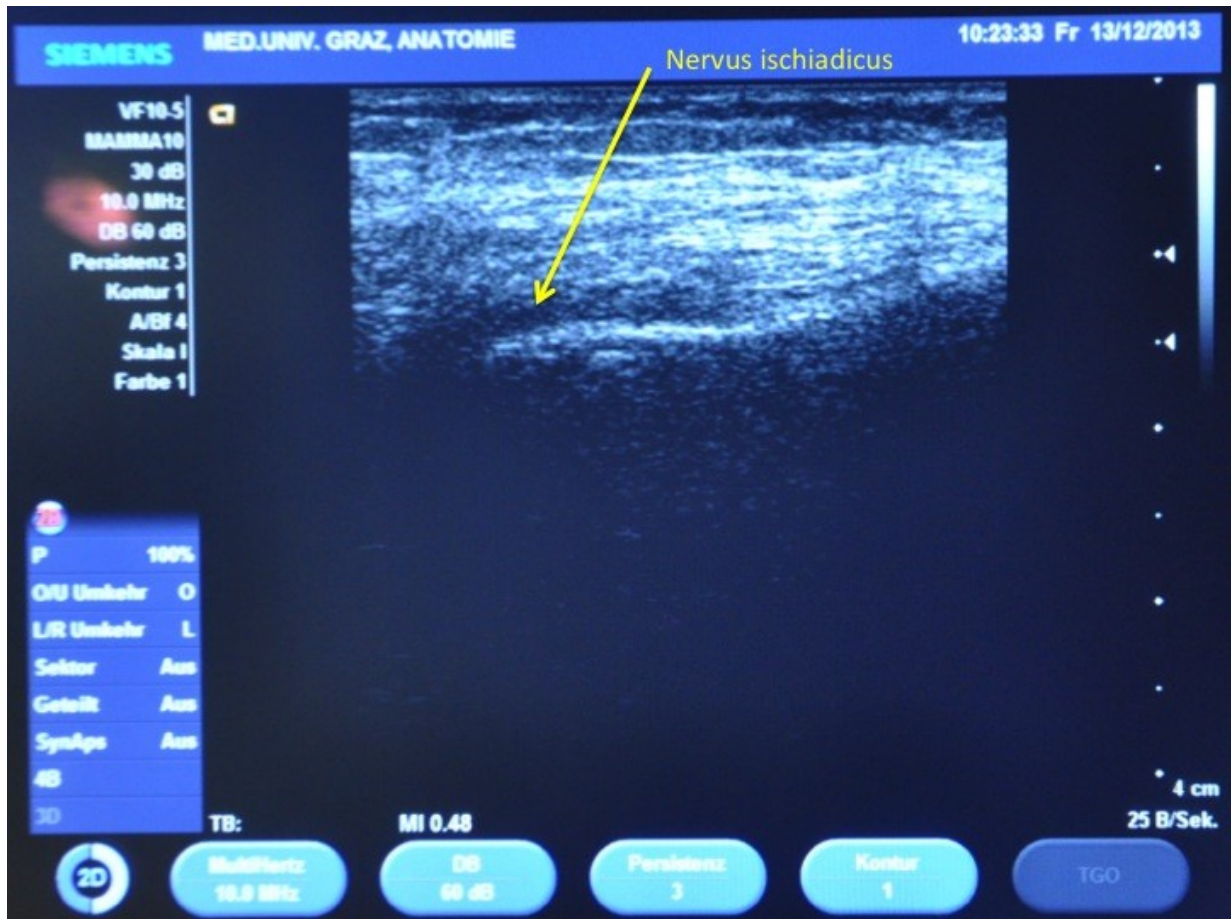


Abbildung 25: Ultraschalldarstellung Nervus ischiadicus (Aufgenommen am Institut für Anatomie Graz)

2. Gruppe 2:

Auch hierfür wurden die Leichen in Bauchlage positioniert. Mittels Ultraschall suchten wir auf der Linie zwischen dem Tuber ischiadicum und der Spina iliaca posterior superior die Spina ischiadica auf. Diese ist einfach zu finden. Sie präsentiert sich als echoreiche längliche Struktur welche das Periost darstellt. Nachdem diese aufgesucht wurde, wurden das Ligamentum sacrotuberale und das Lig. sacrospinale identifiziert. Diese präsentieren sich als echogene, aber echoärmere Strukturen als die Spina, und sind somit in der Nähe der Spina leicht darstellbar.



Abbildung 26: Spina ischiadica (Aufgenommen am Institut für Anatomie Graz)



Abbildung 27: Position der Nadel am Foramen ischiadicum minus (Aufgenommen am Institut für Anatomie Graz)



Abbildung 28: Ausbreitung des Gummilatex im Foramen ischiadicum minus (Aufgenommen am Institut für Anatomie Graz)

Anschließend wurden die Extremitäten beider Gruppen seziiert. Dabei wurde die Lage des Gummilates in Bezug auf die umliegenden Strukturen dokumentiert.

Dafür wurde, nach Präparation von Haut und Subkutis, der Musculus gluteus maximus in der Mitte senkrecht zu seinem Faserverlauf vorsichtig mit dem Skalpell durchtrennt und die Teile nach kranial und kaudal zurückgeschlagen.

Das sich in der Regio glutea befindliche Fett wurde sorgfältig entfernt und der Nervus ischiadicus am distalen Rand der Region aufgesucht und nach kranial verfolgt. Auf Höhe des Foramen ischiadicum minus wurde der Gummilates aufgesucht, vorsichtig freipräpariert und seine Lage in Bezug auf den Nervus pudendus, die Vasa pudenda und den Nervus ischiadicus studiert. Die Ergebnisse wurden in einem Datenblatt dokumentiert.

Des Weiteren wurden bei allen Extremitäten die Distanzen zwischen der Spina iliaca posterior superior und dem Tuber ischiadicum (SIPS-TI-Linie) und zwischen dem Tuber ischiadicum und der Spina ischiadica (TI-SI-Linie) vermessen. In Gruppe 1 haben wir zusätzlich den Abstand zwischen dem Nervus ischiadicus und dem Nervus pudendus auf Höhe der Spina ischiadica vermessen. Für die Fälle, in denen einer der beiden Nerven von Gummilates bedeckt war, wurde dieser herauspräpariert. Die Messung erfolgte vom lateralen Rand des Nervus pudendus zum medialen Rand des Nervus ischiadicus.

In Gruppe 2 wurde zusätzlich die Distanz zwischen dem lateralen Rand des Gummilates und dem medialen Rand des Nervus ischiadicus vermessen.

Durch die Durchtrennung des Musculus gluteus maximus und die Entfernung des sich darunter befindlichen Fettgewebes, erhält man freien Zugang auf eben diese Knochenpunkte, die somit einfach vermessen werden konnten.

Statistische Auswertung:

Für die statistische Analyse der Daten verwendeten wir IBM SPSS Statistics 22[©]. Um Messfehler zu minimieren verwendeten wir ein standardisiertes Protokoll zur Erfassung der Daten sowie einen Mess-Schieber zum Messen der Distanzen und berechneten den „Margin of Error“. Für die Distanzen betrachteten wir den Mittelwert, die Standardabweichung (SD; standard deviation), den Standardfehler sowie den Minimal- und Maximalwert. Für die Auswertung der epidemiologischen Daten betrachteten wir einen Wert von $p < 0,05$ als statistisch relevant.

Für die Lage des Gummilates hatten wir im Protokoll 3 Möglichkeiten vorgesehen:

- Nervus pudendus
- Nervus ischiadicus
- Intramuskulär (M. gluteus max. / M. obturatorius int.)

Nach der Präparation und der Darstellung des Gummilates wurde die Lage im jeweiligen Feld eingetragen bzw. wenn der Gummilates sich über mehrere Strukturen ausbreitete wurden mehrere Felder markiert.

Protokoll Gruppe 1:

Tischnummer:	Leichnenummer:	Seite:
Distanz: SIPS-TI	TI-SI	N. ischiadicus - N. pudendus
GL: N. pudendus	GL: N. ischiadicus	GL: Intramuskulär

Tabelle1: Protokoll Gruppe 1

Protokoll Gruppe 2:

Tischnummer:	Leichnenummer:	Seite:
Distanz: SIPS-TI	TI-SI	GL - N. ischiadicus
GL: N. pudendus	GL: N. ischiadicus	GL: Intramuskulär

Tabelle 2: Protokoll Gruppe 2

3 Ergebnisse - Resultate

Durch die Verbindung mit der Thiel'schen Lösung (10) wird der vorerst flüssige Gummilatex hart und verklumpt. Somit bleibt er an der Stelle der Injektion fixiert. Durch die vorsichtige, schichtweise Präparation der Region konnten wir den Gummilatex in seiner gesamten Ausbreitung darstellen, vermessen und in Bezug auf die umliegenden Strukturen studieren. Zudem ermöglichte uns die Freilegung der Region die Vermessung der Distanzen zwischen dem Tuber ischiadicum (TI) und der Spina iliaca posterior superior (SIPS) sowie zwischen dem Tuber ischiadicum (TI) und der Spina ischiadica (SI). Dies erfolgte ebenfalls bei beiden Gruppen.

1. Gruppe 1:

Von den 39 Studienobjekten fanden wir nur in zwei Fällen den Nervus pudendus als alleinig vom Gummilatex umspülte nervale Struktur vor (5,13%). In 25 Fällen wurden beide Nerven, also sowohl der Nervus pudendus, als auch der Nervus ischiadicus vom Gummilatex umfasst, wobei der Hauptanteil des Gummilatex sich um den Nervus ischiadicus verteilte (64,1%). In 12 Fällen, hatte der Nervus pudendus überhaupt keine Verbindung zum Gummilatex (30,77%). Diese Gruppe unterteilte sich wiederum in solche, wo der Nervus ischiadicus alleinig getroffen wurde (7 Fälle bzw. 17,95%) und solche, wo wir nur eine intramuskuläre Ausbreitung des Gummilatex im Musculus gluteus maximus vorfanden (5 Fälle bzw. 12,82%). Eine mindestens partielle Muskelinfiltration wurde in 10 Fällen beobachtet (25,64%).

2. Gruppe 2:

Von den 43 Studienobjekten fanden wir in 33 eine alleinige Ausbreitung des Gummilatex um den Nervus pudendus (76,74%). In 5 Fällen wurden sowohl der Nervus pudendus als auch der Nervus ischiadicus erreicht, wobei der Hauptanteil des Gummilatex sich um den Nervus pudendus verteilte und der Nervus ischiadicus nur marginal getroffen wurde (11,63%). In den restlichen 5 Studienobjekten wurde eine alleinige intramuskuläre Ausbreitung beobachtet (11,63%).

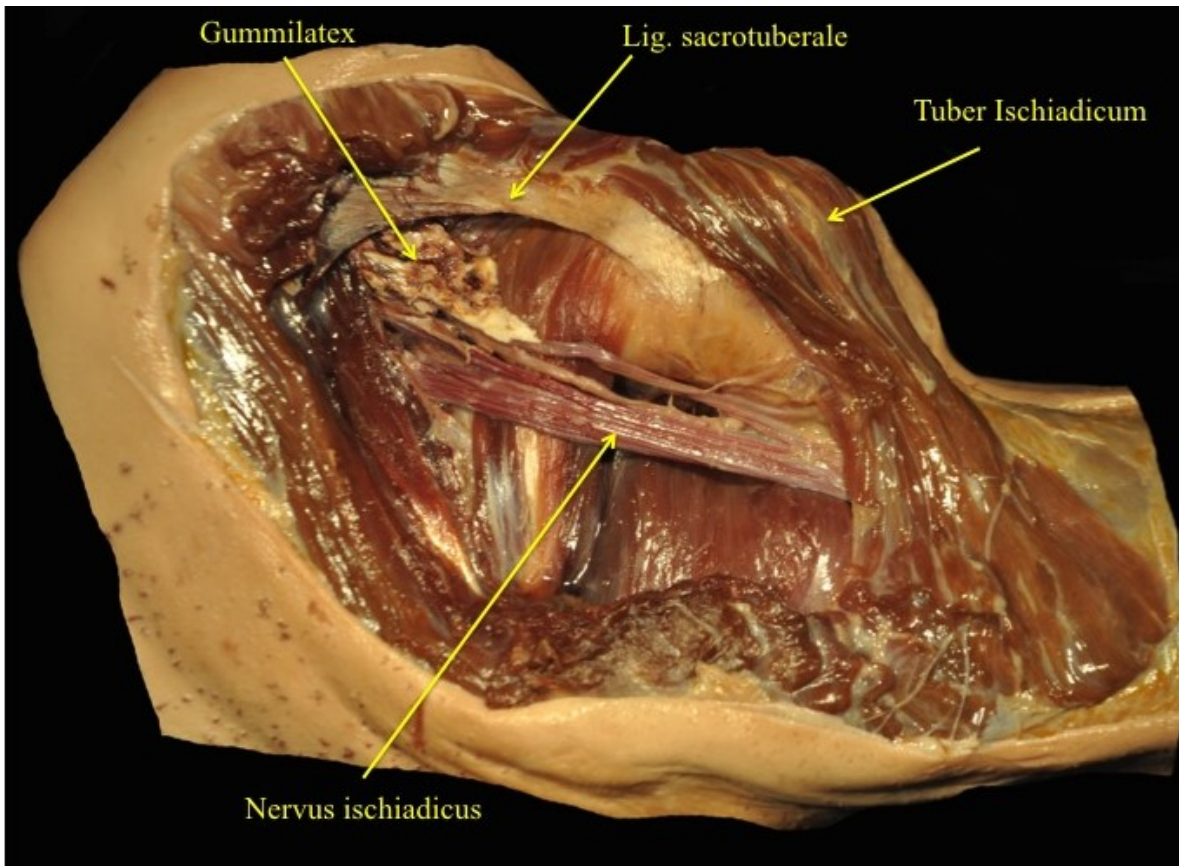


Abbildung 29: Präparation: Gummilatex Übersicht (Aufgenommen am Institut für Anatomie Graz)

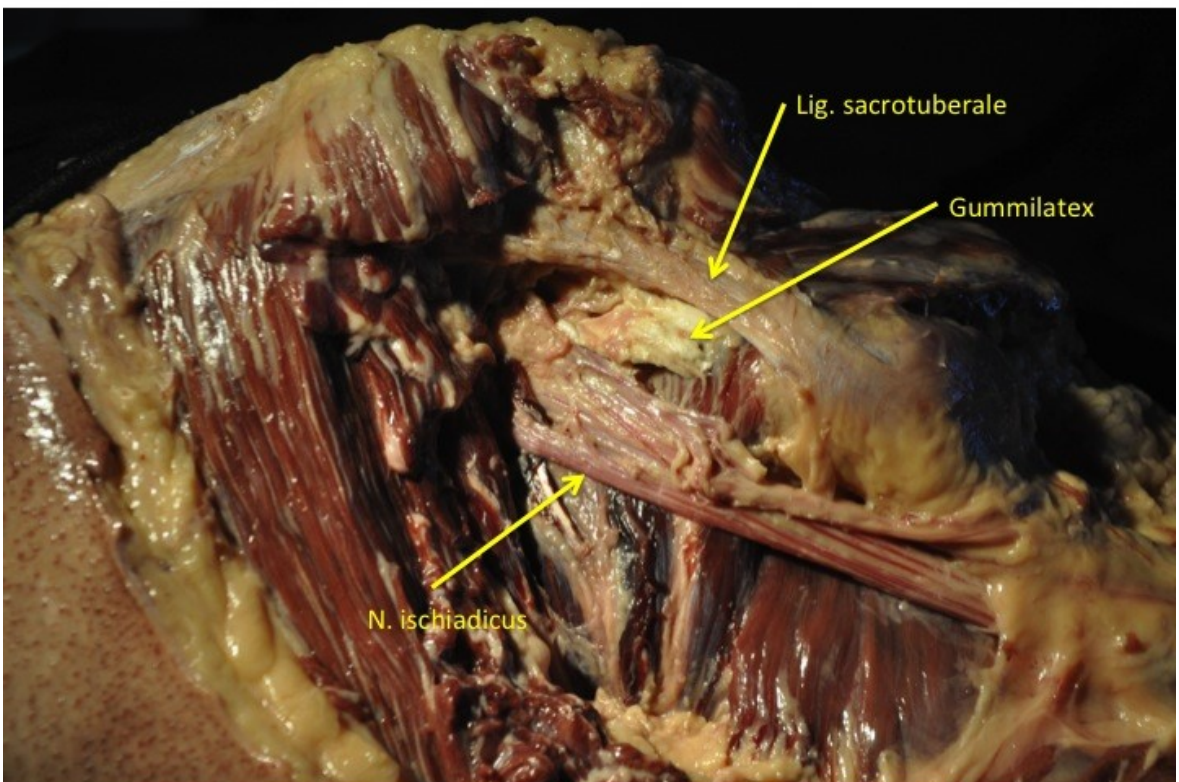


Abbildung 30: Präparation: Gummilatex Detail (Aufgenommen am Institut für Anatomie Graz)

Die Auswertung in Bezug auf die Geschlechter ergab für die Gruppe 2 folgende Ergebnisse:

		Geschlecht		Gesamtsumme
		männlich	weiblich	
Gummilatex	negativ	2	3	5
	positiv	17	20	37
Gesamtsumme		19	23	42

Tabelle 3: Demographische Daten: Geschlecht

Die 5 Fälle, in denen das Gummilatex sowohl den Nervus pudendus als auch den Nervus ischiadicus erreichte betrafen 4 Frauen und einen Mann. In Bezug auf die Körpergröße wurde keine Signifikanz beobachtet.

In beiden Studiengruppen wurden auch noch die Distanzen gemessen. Diese präsentierten sich wie folgt:

Die mittlere Distanz zwischen dem Tuber ischiadicum (TI) und der Spina iliaca posterior superior (SIPS) lag bei 18,03 cm (min. 15,5 cm; max. 20,5 cm). Die mittlere Distanz zwischen der Spina ischiadica (SI) und dem Tuber ischiadicum (TI) lag bei 8,3 cm (min. 7,4 cm; max 9 cm). Diese Distanz wird im Lanz-Wachsmuth mit ca. 8,5 cm beschrieben. Uns gelang es den Wert zu präzisieren.

Statistiken

		Tuber-Spina ischiadica in cm	SIPS-Tuber Linie in cm
N	Gültig	82	82
Mittelwert		8,289024390243902	18,034146341463416
Standardfehler des Mittelwerts		,036605685414155	,124676268683680
Standardabweichung		,331478579670675	1,128991630516619
Bereich		1,6	5,0
Minimum		7,4	15,5
Maximum		9,0	20,5
Margin of Error		0,07174714	0,47895634
Risk of Error		5%	5%

Tabelle 4: Statistik: Distanzen

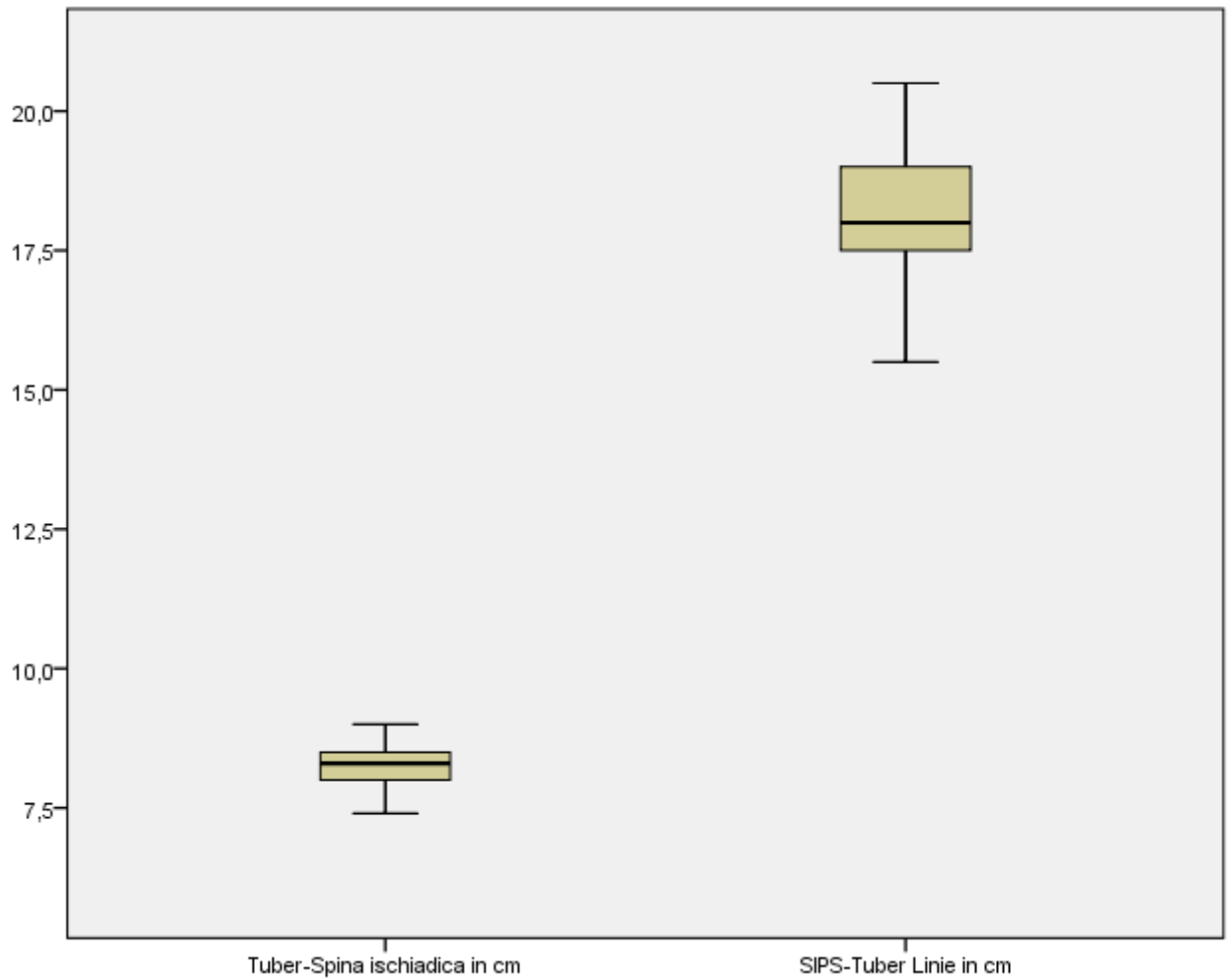


Abbildung 31: Boxplot-Diagramm: Distanzen im Vergleich

Die Auswertung der Epidemiologischen Daten ergab folgende Ergebnisse:

	N	Minimum	Maximum	Mittelwert
Alter	82	49	96	76,00
Größe	82	150	182	168,90
Gewicht	82	48	146	72,37

Tabelle 5: Auswertung demographischer Daten

a) Männer:

		Größe	Alter	Gewicht
N	Gültig	35	35	35
	Mittelwert	176,66	72,23	83,51
	Minimum	165	49	60
	Maximum	182	93	146

Tabelle 6: Demographische Daten: Männer

b) Frauen:

		Größe	Alter	Gewicht
N	Gültig	47	47	47
	Mittelwert	163,13	78,81	64,06
	Minimum	150	53	48
	Maximum	173	96	93

Tabelle 7: Demographische Daten: Frauen

B08	li	81	w	164	74
B08	re	81	w	164	74
A19	li	89	w	163	53
A19	re	89	w	163	53
B17	li	94	w	152	48
B17	re	94	w	152	48
B11	li	82	w	150	52
B11	re	82	w	150	52
B45	li	82	m	175	73
B45	re	82	m	175	73
B15	li	69	m	165	62
B15	re	69	m	165	62
B61	li	82	m	178	89
B61	re	82	m	178	89
B47	li	93	m	176	73
B47	re	93	m	176	73
B58	li	62	w	162	61

B58	re	62	w	162	61
B16	li	70	m	180	82
B16	re	70	m	180	82
B46	li	66	w	162	58
B46	re	66	w	162	58
A117	li	84	w	159	67
A117	re	84	w	159	67
B33	li	84	w	161	64
B33	re	84	w	161	64
B40	li	58	m	180	75
B40	re	58	m	180	75
B79	li	83	m	170	60
B79	re	83	m	170	60
B83	li	79	w	165	86
B83	re	79	w	165	86
B50	li	89	w	156	53
B50	re	89	w	156	53
B87	li	75	w	166	56
B87	re	75	w	166	56
B52	li	96	w	168	60
B52	re	96	w	168	60
B67	li	74	m	178	81
B67	re	74	m	178	81
B107	li	63	m	178	84
B159	re	80	w	166	59
B109	li	63	m	178	71
A01	re	64	w	170	88
Z126	re	62	w	168	76
Z44	re	66	m	182	135
C90	re	82	w	166	49
C57	re	82	m	176	94
Z126	li	62	w	168	76
B173	li	82	w	162	65
B155	re	83	m	174	68

B232	re	85	w	160	93
B12	re	63	m	176	74
Z34	li	82	m	174	96
A08	li	68	w	170	75
Z179	re	87	w	173	67
Z67	li	72	m	178	88
B117	li	64	m	180	146
B227	re	53	w	164	62
B138	li	49	m	182	94
C57	li	82	m	176	94
B173	re	82	w	162	65
B138	re	49	m	182	94
B159	li	80	w	166	59
Z44	li	66	m	182	135
Z179	li	87	w	173	67
B155	li	83	m	174	68
B214	re	78	w	160	53
Z67	re	72	m	178	88
B100	re	66	m	178	79
B86	li	62	m	176	74
C90	li	82	w	166	49
K.N.	li		m		
B139	re	78	w	162	58
Z46	li	84	w	163	60
Z180	re	77	m	179	77
A01	li	64	w	170	88
B142	li	83	w	169	65
B142	re	83	w	169	65
B86	re	62	m	176	74
B227	li	53	w	164	62
B214	li	78	w	160	53
B232	li	85	w	160	93

Tabelle 3: Demographische Daten

1. Auswertung nach Geschlecht:

a) Distanz: Tuber ischiadicum-Spina ischiadica

	Geschlecht	H	Mittelwert	Standardabweichung	Standardfehler Mittelwert
Tuber-Spina ischiadica in cm	männlich	35	8,365	,3311	,0568
	weiblich	47	8,230	,3257	,0475

		Levene-Test der Varianzgleichheit		T-Test für die Mittelwertgleichheit
		F	Sig.	t
Tuber-Spina ischiadica in cm	Varianzgleichheit angenommen	,235	,629	1,827
	Varianzgleichheit nicht angenommen			1,822

Test bei unabhängigen Stichproben

		T-Test für die Mittelwertgleichheit		
		df	Sig. (2-seitig)	Mittelwertdifferenz
Tuber-Spina ischiadica in cm	Varianzgleichheit angenommen	79	,071	,1349
	Varianzgleichheit nicht angenommen	70,559	,073	,1349

Tabelle 9: Statistik: Tuber ischiadicum – Spina ischiadica, Geschlecht

Signifikanz: **p=0,071**

b) Distanz: Spina iliaca posterior superior - Tuber ischiadicum

	Geschlecht	H	Mittelwert	Standardabweichung	Standardfehler Mittelwert
SIPS-Tuber Linie in cm	männlich	35	18,441	1,0500	,1801
	weiblich	47	17,719	1,0997	,1604

		Levene-Test der Varianzgleichheit		T-Test für die Mittelwertgleichheit
		F	Sig.	t
SIPS-Tuber Linie in cm	Varianzgleichheit angenommen	,324	,571	2,972
	Varianzgleichheit nicht angenommen			2,994

		T-Test für die Mittelwertgleichheit		
		df	Sig. (2-seitig)	Mittelwertdifferenz
SIPS-Tuber Linie in cm	Varianzgleichheit angenommen	79	,004	,7220
	Varianzgleichheit nicht angenommen	73,122	,004	,7220

Tabelle 10: Statistik: Tuber ischiadicum – Spina iliaca posterior superior, Geschlecht

Signifikanz: **p=0,04**

2. Auswertung nach Körpergröße:

a) Distanz: Tuber ischiadicum-Spina ischiadica

	Größe	H	Mittelwert	Standardabweichung	Standardfehler Mittelwert
Tuber-Spina ischiadica in cm	<169cm	42	8,198	,3302	,0509
	>=169cm	40	8,385	,3085	,0488

		Levene-Test der Varianzgleichheit		T-Test für die Mittelwertgleichheit
		F	Sig.	t
Tuber-Spina ischiadica in cm	Varianzgleichheit angenommen	1,013	,317	-2,652
	Varianzgleichheit nicht angenommen			-2,657

		T-Test für die Mittelwertgleichheit		
		df	Sig. (2-seitig)	Mittelwertdifferenz
Tuber-Spina ischiadica in cm	Varianzgleichheit angenommen	80	,010	-,1874
	Varianzgleichheit nicht angenommen	79,972	,010	-,1874

Tabelle 11: Statistik: Tuber ischiadicum – Spina ischiadica, Körpergröße

Signifikanz: **p=0,010**

b) Distanz: Spina iliaca posterior Superior - Tuber ischiadicum

	Größe	H	Mittelwert	Standardabweichung	Standardfehler Mittelwert
SIPS-Tuber Linie in cm	<169cm	42	17,662	1,1374	,1755
	>=169cm	40	18,425	,9907	,1566

		Levene-Test der Varianzgleichheit		T-Test für die Mittelwertgleichheit
		F	Sig.	t
SIPS-Tuber Linie in cm	Varianzgleichheit angenommen	1,781	,186	-3,233
	Varianzgleichheit nicht angenommen			-3,244

		T-Test für die Mittelwertgleichheit		
		df	Sig. (2-seitig)	Mittelwertdifferenz
SIPS-Tuber Linie in cm	Varianzgleichheit angenommen	80	,002	-,7631
	Varianzgleichheit nicht angenommen	79,382	,002	-,7631

Tabelle 12: Statistik: Tuber ischiadicum – Spina iliaca posterior superior, Körpergröße

Signifikanz: **p=0,002**

3. Auswertung nach Gewicht:

a) Distanz: Tuber ischiadicum-Spina ischiadica

Gruppenstatistik

	Gewicht	H	Mittelwert	Standardabweichung	Standardfehler Mittelwert
Tuber-Spina ischiadica in cm	<=72kg	42	8,255	,3217	,0496
	>72kg	39	8,321	,3450	,0552

Tabelle 13: Statistik: Tuber ischiadicum – Spina ischiadica, Gewicht

Signifikanz: **p=0,377**

b) Distanz: Spina iliaca posterior Superior - Tuber ischiadicum

Gruppenstatistik

	Gewicht	H	Mittelwert	Standardabweichung	Standardfehler Mittelwert
SIPS-Tuber Linie in cm	<=72kg	42	17,864	1,0967	,1692
	>72kg	39	18,192	1,1563	,1852

Tabelle 14: Statistik: Tuber ischiadicum – Spina iliaca posterior superior, Gewicht

Signifikanz: **p=0,194**

- **Gruppe 1:**

TI-SIPS: 17,8 cm (min. 15,5cm; max. 20,5cm)

TI-SI: 8,11 cm (min. 7,4cm; max. 9cm)

Tischnummer	Seite	SIPS-Tuber Linie in cm	Tuber-Spina ischiadica in cm
1	li	15,5	8,5
1	re	16	8,3
2	li	18	8,4
2	re	18	8
3	li	16	8
3	re	15,8	8,2
4	li	16	8
4	re	17	8,3

8	li	17,5	8,3
8	re	17	8
7	re	19	8,5
6	li	18	8,5
6	re	18	8
5	li	19	9
5	re	19	8,5
9	li	18	8
9	re	18,5	8,3
10	li	20,5	8,3
10	re	19,5	8
11	li	16	8
11	re	16	7,6
12	li	19	8,8
12	re	19	8
16	li	18	8
16	re	19	7,9
15	li	18,5	8
15	re	19	7,6
14	li	19	8
14	re	19	8,4
13	li	18	7,8
13	re	18	7,8
18	li	18	8,3
18	re	19	8,5
19	li	16	7,5
19	re	16,5	7,4
22	li	17	8,2
22	re	18	8,2
23	li	17,5	7,6
23	re	17,5	8
Mittelwert		17,8025641	8,120512821

Tabelle 15: Distanzen SIPS-TI und TI-SI Gruppe1

Statistiken

		Tuber-Spina ischiadica in cm	SIPS-Tuber Linie in cm
N	Gültig	39	39
Mittelwert		8,120512820512820	17,802564102564100
Standardfehler des Mittelwerts		,055003310804471	,198798251155399
Standardabweichung		,343495565879208	1,241494680550568
Bereich		1,6	5,0
Minimum		7,4	15,5
Maximum		9,0	20,5

Tabelle 16: Statistik: Distanzen SIPS-TI und TI-SI Gruppe 1

- **Gruppe 2:**

TI-SIPS: 18,24 cm (min. 16 cm; max. 20,5 cm)

TI-SI: 8,44 cm (min. 7,8 cm; max. 9 cm)

Leichennummer	Tischnummer	Seite	SIPS-Tuber Linie in cm	Tuber-Spina ischiadica in cm
B107		li	18	8,5
B159		re	17	8,5
B109		li	16	8,5
A01	7	re	18	8,5
Z126	23	re	18,5	8,4
Z44	11	re	18,5	8,3
C90	20	re	17,5	8,3
C57	24	re	18	8,5
Z126	27	li	18	8
B173	28	li	19	8,3
B155	32	re	18,5	8,5
B232	36	re	16	7,8
B12	35	re	17,5	8,3
Z34	3	li	19,5	8,8
A08	8	li	19	8,5
Z179	12	re	18,5	8,5

Z67	16	li	19	8,4
B117	43	li	19,5	8,5
B227	44	re	18,5	8,5
B138	48	li	18	8,3
C57	47	li	20,5	9
B173	51	re	18,5	8,4
B138	52	re	19	8,5
B159	55	li	18,5	8,5
Z44	40	li	18,5	9
Z179	15	li	19	8,5
B155	19	li	18	8,4
B214	31	re	17,5	8
Z67	39	re	19,5	8,4
B100	56	re	18	8,5
B86	64	li	17,5	8,3
C90	59	li	17,5	8,5
K.N.	63	li	19	8,5
B139	58	re	19,5	9
Z46	4	li	18	8
Z180	38	re	16	8,5
A01	34	li	18	8,5
B142	60	li	19	8,5
B142	62	re	17,5	8,5
B86	54	re	19,5	8,5
B227	50	li	17,5	8,3
B214	46	li	19	8,5
B232	42	li	17	8,3
Mittelwert			18,24418605	8,441860465

Tabelle 17: Distanzen SIPS-TI und TI-SI Gruppe 2

Statistiken

		SIPS-Tuber Linie in cm	Tuber-Spina ischiadica in cm
N	Gültig	43	43
Mittelwert		18,24418604651163	8,441860465116280
Standardfehler des Mittelwerts		,150094186951409	,035722654766419
Standardabweichung		,984233403788958	,234249112555655
Bereich		4,5	1,2
Minimum		16,0	7,8
Maximum		20,5	9,0

Tabelle 18: Statistik: Distanzen SIPS-TI und TI-SI Gruppe 2

In **Guppe 1** haben wir zusätzlich zu den gemessenen Distanzen noch den Abstand zwischen dem Nervus ischiadicus und dem Nervus pudendus vermessen. Dieser lag im Mittel bei 1,88 cm (min. 1cm; max 2,2cm).

Tischnummer	Seite	Distanz N.Pudendus-N.Ischiadicus in cm
1	li	1
1	re	1,5
2	li	2,2
2	re	1,4
3	li	1,5
3	re	1,4
4	li	1,5
4	re	2
8	li	2
8	re	2
7	re	2
6	li	1,9
6	re	2,2
5	li	1,9
5	re	2,2
9	li	1,5

9	re	2
10	li	2
10	re	2
11	li	2
11	re	1
12	li	2,2
12	re	2,2
16	li	1,9
16	re	2
15	li	1,8
15	re	2
14	li	1,5
14	re	1,5
13	li	2
13	re	1,8
18	li	2,1
18	re	2,2
19	li	2,1
19	re	1,7
22	li	1,8
22	re	2,3
23	li	2,5
23	re	2,5

Tabelle 19: Distanz Nervus ischiadicus – Nervus pudendus Gruppe 1

In **Gruppe 2** haben wir zusätzlich zu den gemessenen Distanzen den Abstand des lateralen Randes des Gummilatex zum Nervus ischiadicus gemessen. Dieser lag im Mittel bei 1,14cm (min: 0,5cm; max:1,8cm). Für die Messung wurden nur jene Studienobjekte herangezogen, bei denen der Nervus pudendus selektiv getroffen wurde (33 von 43). Bei den anderen Fällen wäre es entweder 0 (5 Fälle in denen beide Nerven getroffen wurden) oder nicht messbar (5 Fälle mit intramuskulärer Infiltration).

Leichennummer	Tischnummer	Seite	Distanz GL-N.Ischiadicus in cm
B107		li	1,5
B159		re	1
B109		li	1
A01	7	re	1,8
Z126	23	re	1,2
Z44	11	re	0,9
C90	20	re	1,3
C57	24	re	nicht messbar
Z126	27	li	1
B173	28	li	nicht messbar
B155	32	re	1
B232	36	re	nicht messbar
B12	35	re	1
Z34	3	li	1,3
A08	8	li	0
Z179	12	re	0,8
Z67	16	li	0,5
B117	43	li	1,2
B227	44	re	0
B138	48	li	1,5
C57	47	li	0,8
B173	51	re	1,2
B138	52	re	0
B159	55	li	1,3
Z44	40	li	1,3
Z179	15	li	1,5
B155	19	li	nicht messbar
B214	31	re	0,5
Z67	39	re	1,4
B100	56	re	1
B86	64	li	1,5
C90	59	li	0
K.N.	63	li	1
B139	58	re	nicht messbar
Z46	4	li	1,5
Z180	38	re	1
A01	34	li	1,3
B142	60	li	1,8
B142	62	re	1
B86	54	re	1
B227	50	li	0
B214	46	li	0,5
B232	42	li	1

Tabelle 20: Distanz Gummilatex – Nervus pudendus Gruppe

4 Diskussion

Das Becken ist eine anatomisch sowie chirurgisch sehr anspruchsvolle und komplexe Region. Die Vielzahl an anatomischen Strukturen auf engem Raum erschwert die Diagnose und Therapie von Erkrankungen in diesem Bereich. Augenscheinlich dargestellt ist dies im Fall der Pudendus-Neuralgie. Jahrelang war es nicht möglich ein eindeutiges pathologisches Korrelat zu den von den Patienten beschriebenen Symptomen zu finden, wodurch es von der Schulmedizin eher stiefmütterlich behandelt wurde und auf eine psychosomatische Schiene geschoben wurde. Erst in letzter Zeit rückte es vermehrt in den Fokus der Wissenschaft und es wurden bald Hintergründe der Erkrankung erforscht. (9,7,8,6,23,5) Die relativ hohe Inzidenz, die Zahlen variieren zwischen 1/100 (22) und 1/100.000 (8), sowie der hohe Leidensdruck, unter dem die Patienten leiden verdeutlichen die Wichtigkeit der Erforschung der Pudendus-Neuralgie in der schulmedizinischen Forschung. Gerade deshalb ist es wichtig weiter an neuen, schonenderen Methoden für die Diagnose und Therapie der Pudendus-Neuralgie zu forschen, wie die, in dieser Arbeit vorgestellte Ultraschall-gelenkte Technik für den Pudendus-Block, die in Zukunft die aktuell angewendeten, auf Röntgen-Strahlung basierenden Verfahren (CT und C-Bogen) ersetzen kann.

In den Guidelines für die Diagnose und Therapie der Pudendus-Neuralgie wird angegeben, dass zumindest ein diagnostischer Pudendus-Block zwingend erforderlich ist, während der therapeutische Pudendus-Block mit Lokalanästhetikum und Glucocorticoiden die zweite Stufe des Behandlungsschemas bildet. Ausgehend von der Tatsache, dass somit jeder Patient mit Pudendus-Neuralgie mindestens einen diagnostischen Pudendus-Block und der Großteil der Patienten im weiteren Verlauf mehrere therapeutische Pudendus-Blockaden erfährt und dem Faktum, dass dies zurzeit in der Klinik vor allem durch eine CT-gezielte oder eine C-Bogen gestützte Punktion des Nerven geschieht stellt sich die wichtige Frage, ob dies nicht auch mit Techniken durchführbar sei, die ohne Strahlenbelastung für den Patienten auskommen. Hier bietet sich vor allem der Ultraschall an, der billig und leicht verfügbar ist und vor allem ohne Gefahren für die Gesundheit der Patienten angewendet werden kann.

In der Literatur finden sich viele Studien zur Diagnose und Therapie der Pudendus-Neuralgie aber nur wenige zur Anwendung einer ultraschall-unterstützten Technik für den Zugang zum Nervus pudendus. Konkret sind es dies zwei anatomische Studien von Gruber

sowie Kovacs et al. (32) (33), welche die sonographische Auffindbarkeit des Nervus pudendus darstellen, sowie die Möglichkeit der transglutealen Infiltration des Nerven an der Spina ischiadica beschreiben, sowie die Arbeiten von Rofaeel, Peng et al aus dem Jahr 2008, welche die klinische Durchführbarkeit einer ultraschall-gezielten Pudendus-Blockade aufzeigen. (35,34)

Den anatomischen Arbeiten fehlt der klinische Bezug, während den klinischen Arbeiten die feste anatomische Grundlagenforschung fehlt. Unsere Arbeit sollte hierbei die Lücke zwischen anatomischen Wissen und klinischen Studien im Sinne einer klinischen Anatomie schließen.

Die von Gruber et al, 2001 publizierte Studie: New, simple, ultrasound-guided infiltration of the pudendal nerve: topographic basics, zeigte im Konkreten, dass der Nervus pudendus in ca. 60% der Fälle als einzelner Nervenstamm auftritt, in 34% wurden zwei Nervenstämme beobachtet und in 6% drei Stämme. In 76% der Fälle begleitet der Nerv die Arteria pudenda interna medial, in ca. 9% liegt der komplette Nerv lateral der Arterie und in 15% der Fälle begleitet ein mehrstämmiger Nerv die Arterie zu beiden Seiten. Der Abstand des Nerven zur Arterie lag hierbei in einer Bandbreite von max. 17,2 mm medial bis zu 8mm lateral der Arterie mit einem Mittelwert von 3,4mm medial der Arterie. In Bezug zur Spitze der Spina ischiadica lag der Nerv zwischen 13,4 mm medial und 7,4 mm lateral. (32)

Die Studie schließt mit der Erkenntnis, dass der beste Zugang für Infiltrationstechniken der Bereich um die Spina ist, da dort sowohl die Spina als auch die Arteria pudenda interna als Landmarks genutzt werden können und der Nerv dort doch einen relativ konstanten Verlauf aufzeigt. Dies deckt sich mit unseren Ergebnissen, auch wenn Fragen zum Zugang in dieser Studie nicht direkt beantwortet werden.

Die von Kovacs et al, 2001 veröffentlichte Arbeit: New, simple, ultrasound-guided infiltration of the pudendal nerve: ultrasonographic technique, beschreibt die Möglichkeit den Nervus pudendus, die Spina ischiadica, das Ligamentum sacrospinale sowie die Arteria pudenda interna mittels Ultraschall darzustellen. Dafür wurden 53 freiwillige Probanden (30 männliche und 23 weibliche) mit dem Ziel, die oben genannten Strukturen eindeutig zu identifizieren, geschallt. Die Untersuchung erfolgte in Bauchlage. Für die Untersuchung wurde ein 3.5-MHZ Konvexschallkopf im farb-codierten Doppler-Modus, sowohl in longitudinaler als auch in transversaler Ausrichtung, verwendet. Zusätzlich zu

den Probanden wurde die Ultraschall-Technik an 3 frischen Leichen erprobt, wobei der Ort der Injektion mit blauer Tinte markiert wurde.

Während die Spina ischiadica immer klar sichtbar war und die Arteria pudenda interna, sowie das Ligamentum sacrospinale immerhin in 98,1% der Fälle gesehen wurde, konnte der Nervus pudendus nur in 47,2% der Fälle klar identifiziert werden.

Die in der oben beschriebenen Studie publizierten Ergebnisse bezüglich der Distanzen zwischen der Arteria pudenda interna und dem Nervus pudendus wurden in dieser Studie bestätigt und lagen hier in einer Bandbreite von 8,9 mm medial der Arterie bis zu 7,1 mm lateral davon. (33)

Durch die schon oben beschriebene Nähe der Strukturen zueinander und deren konstanten Verlauf kam die Studie zu dem Schluss, dass durch die Darstellung der Spina ischiadica und der Arteria pudenda interna ausreichend Orientierungspunkte vorhanden sind um den Nervus pudendus, auch ohne ihn direkt sichtbar zu machen, zu infiltrieren.

Dies deckt sich weitestgehend mit unseren Ergebnissen, auch wenn wir feststellten, dass in einem Großteil der Fälle die Spina ischiadica als alleiniger Landmark ausreicht, durch die Darstellung der Arteria pudenda interna jedoch die Sicherheit der korrekten Lage der Nadel, vor allem in Bezug auf die Tiefe, erhöht wird.

Die beiden vorgestellten Arbeiten wurden im Jahr 2001 veröffentlicht. Es dauerte also 13 Jahre, bis sich die anatomische Forschung wieder dieses Themas annahm.

Die von Rofaeel et al veröffentlichte Arbeit: Feasibility of Real-Time Ultrasound for Pudendal Nerve Block in Patients with Chronic Perineal Pain, beschäftigte sich als klinische Studie mit der Umsetzung einer ultraschall-geleiteten Technik für den Pudendus-Block. Es wurde an 17 Patienten (6 Männer und 11 Frauen) die oben beschriebene transgluteale, ultraschall-geleitete Injektion durchgeführt. Die Ergebnisse sind vielversprechend. Auch hier wurde beschrieben, dass die Spina ischiadica in allen Fällen klar identifiziert werden konnte und als Hauptorientierungspunkt diente. Die Arteria pudenda interna konnte in 16 Fällen identifiziert werden. Der Nervus pudendus wurde in 88% der Fälle gesehen. Dennoch musste bei 84% der Fälle der C-Bogen herangezogen werden, um die korrekte Lage der Nadel zu bestimmen. Bei allen Patienten war es gelungen, den Schmerz innerhalb einer Woche zu minimieren.

Diese Studie beweist, dass es möglich ist, die ultraschall-geleitete Technik klinisch einzusetzen. Dennoch fehlt für diese Studie die praktische anatomische Grundlagenarbeit,

um dies auch wirklich im Sinne einer Evidence-Based-Medizin umzusetzen. Gerade dies aber sollte das Ziel unserer Arbeit sein.

Wir versuchten, im Rahmen unserer Arbeit die Klinik mit der Anatomie zu verbinden, indem wir nicht nur die theoretische Möglichkeit einer Pudendus-Blockade aus anatomischer Sicht erforschten, sondern an den Leichen Techniken für den Zugang erprobten und die Ergebnisse, wie etwa das Ausbreitungsmuster der injizierten Substanz auswerteten.

Die Ergebnisse der von uns erprobten zwei Techniken sind recht eindeutig ausgefallen.

Die in Gruppe 1 erprobte Technik, welche sich am Nervus ischiadicus orientierte, erwies sich als Totalausfall. Der Abstand von 1 cm medial des Nervus ischiadicus, den wir wählten, war viel zu gering ausgefallen, sodass wir mit unserer Injektion viel zu weit lateral landeten. Deshalb haben wir in der Auswertung den Abstand zwischen den beiden Nerven vermessen und haben hierbei zu eine mittlere Distanz von 1,88 cm (min 1 cm; max 2,2 cm) beobachtet. Zudem zeigte sich die Problematik, dass der Abstand zwischen dem Nervus ischiadicus und dem Nervus pudendus sehr variabel in der Abhängigkeit von der Lage und Rotation des Beines ist und sich somit für die Anwendung als sonographischen Bezugspunkt bei einer standardisierten Technik, nicht eignet.

Dennoch war diese Testgruppe im Sinne einer Trial and Error- Methode zur wissenschaftlichen Lösung eines Problems wichtig und brachte uns im weiteren Verlauf auf die richtige Spur und sollten somit im Rahmen der Arbeit auch nicht verheimlicht werden.

Die Ergebnisse der Gruppe 2 sprechen Bände. Von 43 Versuchsobjekten wurde der Nervus pudendus 33 mal selektiv getroffen mit einem mittleren Abstand des Gummilatex vom Nervus ischiadicus von 1,14 cm und einem minimalen Abstand von immerhin noch 0,5 cm. In den 5 Fällen, wo beide Nerven getroffen wurden, konnten wir anhand des Ausbreitungsmusters des Gummilatex entlang des medialen Randes des Nervus ischiadicus die Schlussfolgerung treffen, dass die Lage der Injektionsnadel eigentlich gepasst hätte, nur dass die Menge des injizierten Gummilatex in diesen Fällen wahrscheinlich zu groß war, sodass sich dieses nach lateral ausgebreitet hatte und somit entlang des medialen Randes des Nerven einen Raum für die Ausbreitung gefunden hat. Interessant ist hierbei das von uns beobachtete Ausbreitungsmuster. Der Gummilatex breitete sich entlang des

medialen Randes des Nervus ischiadicus nach distal aus, bewegte sich aber nicht weiter nach lateral. Hier stellte sich uns die Frage, ob denn eventuell eine Septierung des Gewebes in dieser Region vorliegen könnte. Dies müsste weiter anatomisch erforscht werden.

Die 5 Fälle, in denen wir eine intramuskuläre Applikation beobachtet haben, offenbarten eine Schwäche des Versuchsaufbaues, die leider nicht abwendbar ist. An den Leichen kann man logischerweise keine Pulsation der Arteria pudenda interna beobachten, die aber beim Lebenden ein wichtiger sonographischer Orientierungspunkt zur Beurteilung der Lage der Nadel vor allem in Bezug auf die Tiefe ist. In diesem Sinne können wir davon ausgehen, dass bei der klinischen Anwendung dieser Technik, durch die zusätzliche Orientierung an der pulsierenden Arterie das Risiko einer intramuskulären Applikation der Lösung minimiert werden kann. Es stellte sich uns auch die Frage, ob eine Elektrostimulation des Nervus pudendus während des Eingriffes sinnvoll ist, oder ob in der klinischen Praxis die Pulsation der Arteria pudenda int. ausreicht, um die Korrektheit der Lage der Nadel in Bezug auf die Tiefe zu überprüfen. Dies müsste in einer klinischen Studie überprüft werden.

Die statistische Auswertung ergab keinen signifikanten Unterschied der Ergebnisse für Männer und Frauen. Wir können also davon ausgehen dass die vorgestellte Technik für beide Geschlechter gleichermaßen angewandt werden kann.

Für die klinische Anwendung sind dennoch einige Fragen offen. So könnte sich eine Folgestudie mit der Lage des Nervus pudendus in Bezug auf verschiedenen Stellungen des Beckens beschäftigen und mit der Frage welches die geeignetste Lage für die Injektion ist. Auch die Menge der zu applizierenden Lösung in Bezug auf das Ausbreitungsmuster wäre noch zu erforschen. Denn in unserer Studie konnten wir beobachten, dass bei zu großen Mengen die Gefahr besteht, dass der Nervus pudendus nicht selektiv geblockt werden kann, sondern der Nervus cutaneus femoris posterior und auch der Nervus ischiadicus durch die Ausbreitung der Lösung in die zur Verfügung stehenden Räume, in Mitleidenschaft gezogen werden könnten.

Trotz der noch offenen Fragen glaube ich, dass die, in dieser Arbeit vorgestellte Technik, sich sehr gut für die Diagnose und Therapie der Pudendus-Neuralgie eignen könnte und möglicherweise bald Einzug in den klinischen Alltag haben wird.

Die zweite Erkenntnis unserer Studie war die Bestätigung des im Lanz-Wachmuth beschriebene Weges zur Aufsuchung des Nervus pudendus über die, mit ca. 8,5 cm beschriebene Distanz zwischen dem Tuber ischiadicum und der Spina ischiadica und konnte mit 8,3 cm sogar etwas präzisiert werden. Sie scheint ein dienlicher äußerer Orientierungspunkt zur Unterstützung der ultraschall-geleiteten Technik zur Pudendus-Blockade zu sein.

Im Vergleich, zu der von uns ebenfalls vermessenen Distanz zwischen dem Tuber ischiadicum und der Spina iliaca posterior superior zeigt die Strecke zwischen dem Tuber ischiadicum und der Spina ischiadica eine wesentlich geringere Varianz auf. Man betrachte nur den Unterschied bei der Margin of Error:

	Tuber-Spina ischiadica in cm	SIPS-Tuber Linie in cm
N	82	82
Mittelwert	8,289024390243902	18,034146341463416
Standardfehler des Mittelwerts	,036605685414155	,124676268683680
Standardabweichung	,331478579670675	1,128991630516619
Margin of Error	0,07174714	0,47895634

Auch konnte für die Distanz zwischen dem Tuber ischiadicum und der Spina iliaca posterior superior ein statistisch signifikanter Unterschied in Bezug auf die Geschlechter festgestellt werden, während dieser für die Distanz zwischen dem Tuber ischiadicum und der Spina ischiadica nicht der Fall war.

Für beide Distanzen konnte jedoch ein statistisch signifikanter Zusammenhang in Bezug auf die Körpergröße gefunden werden. Dies verwundert nicht weiter und sagt lediglich aus, dass größere Personen auch ein größeres Becken haben.

Interessant ist hierbei aber, dass der Einfluss der Körpergröße auf die Distanz zwischen dem Tuber und der Spina ischiadica wesentlich geringer zu sein scheint als auf den Rest des Beckens. Die daraus folgende relative Konstanz der Distanz wurde bereits im Lanz-Wachsmuth beschrieben und konnte im Rahmen unserer Studie bestätigt werden.

Die dritte Erkenntnis unserer Studie bezieht sich auf die Menge der zu injizierenden Lösung. Das von uns applizierte Volumen von insgesamt 3ml (1ml H₂O und 2ml Gummilatex) erwies sich in 5 Fällen als zu viel, wodurch sich die Lösung nach lateral in Richtung des Nervus ischiadicus ausbreitete. Bezogen auf die Literatur, bewegten wir uns mit unseren 3ml aber immer noch an der minimalen Empfohlenen Menge bzw. manchmal sogar darunter. So wird zum einen für die CT-gezielte Technik ein Volumen von alleine 3-5ml Kontrastmittel zur Überprüfung der Lage der Nadel und dann noch einmal die gleiche Menge an therapeutischer Lösung zur Blockade verwendet. (27,28,29) Hier sprechen wir von einem Volumen von mindestens 6ml und maximal 10ml. Ausgehend von unseren Ergebnissen und den bekanntermaßen engen anatomischen Verhältnissen in dieser Region müssen wir annehmen, dass sich hier teilweise große Volumina einer pharmakologisch wirksamen Lösung in unbekanntem Muster ausbreiten.

Ähnliches kann auch bei der C-Bogen-gezielten Technik beobachtet werden. Dort wird ein Volumen von 4-6ml empfohlen. (30,31)

Bei der von Roffael et al. beschriebenen Ultraschall-gelenkten Technik werden Volumina zwischen 4 und 7 ml verwendet (34) und beim transvaginalen Zugang werden Mengenangaben von 5-7ml gemacht. (40)

Das Ausbreitungsmuster der Flüssigkeit in dieser Region sollte unbedingt in einer weiteren Studie genauer erforscht werden. Dies gilt nicht nur für die hier beschriebene Ultraschall-gelenkte Technik, sondern vor allem auch für die derzeit in der Klinik angewendeten CT- und C-Bogen-gezielten Techniken.

5 Conclusio

Die an insgesamt 82 Präparaten durchgeführte Studie erbrachte drei grundlegende Erkenntnisse: die prinzipielle Durchführbarkeit einer ultraschall-gesteuerten Technik zur transglutealen Blockade des Nervus pudendus wurde dargestellt, die im Lanz-Wachsmuth beschriebenen Konstanz der Distanz zwischen dem Tuber ischiadicum und der Spina ischiadica wurde bestätigt und konnte auch noch präzisiert werden und die Problematik der anscheinend viel zu großen Volumina und der unbekanntem Ausbreitungsmuster eben dieser bei den zurzeit gängigen Techniken zur anästhesiologischen Blockade des Nervus pudendus wurden aufgezeigt.

Mit dieser Studie ist es uns gelungen, eine bis dato in der auf dieses Thema bezogenen Literatur noch nie dagewesene Verbindung der Anatomie und der Klinik zu erreichen. Sie sollte als direkte Grundlage für weitere klinischen Studien dienen und keine bloße Darstellung der anatomischen Verhältnisse und Möglichkeiten fernab jeglicher klinischen Realität sein.

Die ultraschall-gestützte transgluteale Blockade des Nervus pudendus ist aus anatomisch/klinischer Sicht durchaus möglich. Die hierfür am besten geeignete Technik ist jene, welche wir in Gruppe 2 erprobt haben, nämlich die kombinierte sonographische und oberflächliche Orientierung an der Spina ischiadica bzw. an der Distanz zwischen dem Tuber ischiadicum und der Spina ischiadica. Es zeigte sich dass für die klinische Anwendung eine auf 3 Bezugspunkten basierende Technik ideal ist: die beiden oben genannten in Kombination mit der pulsierenden Arteria pudenda interna.

Die sonographische Orientierung am Nervus ischiadicus erwies sich als nicht zielführend.

Die Distanzen zwischen dem Tuber ischiadicum und der Spina ischiadica sowie zwischen dem Tuber ischiadicum und der Spina iliaca posterior superior zeigten im Verlauf der Studie eine relativ große Konstanz auf, welche sich im Falle der Distanz zwischen dem Tuber und der Spina ischiadica als stärker präsentierte. Sie sind zwar beide Abhängig von der Körpergröße, jedoch erwies sich die Distanz zwischen dem Tuber und der Spina ischiadica als weit weniger abhängig, wie auch anschaulich im oben abgebildeten Boxplot-Diagramm (Abbildung 31) dargestellt ist.

Dass sich das von uns verwendete Volumen von insgesamt 3ml in 5 Fällen bereits als zu groß erwiesen hat, hat uns doch sehr überrascht, da es sich hierbei um das in der Literatur beschriebene absolute Minimal-Volumen handelte. Dies und die Tatsache, dass sich diese Volumina in dieser heiklen Region in einem unbekanntem Muster ausbreiten, verdeutlicht die Notwendigkeit weiterer Forschung in diesem Bereich. Es ist erschreckend, dass in der Klinik Volumina von bis zu 10 ml zur Anwendung kommen, ohne dass man näheres über dessen Ausbreitung weiß.

Dies sollte unbedingt in weiteren Studien genauer erforscht werden.

6 Literaturverzeichnis

1. Clara M. Das Nervensystem des Menschen: Verlag von Johann Ambrosius Barth / Leipzig; 1942.
2. Hafferl A, Thiel W. Lehrbuch der Topographischen Anatomie. 3rd ed.: Springer-Verlag Berlin, Heidelberg, New York; 1969.
3. Waldeyer AJ. Anatomie des Menschen. 17th ed. Fanghänel J, Pera F, Anderhuber F, Nitsch R, editors.: Walter de Gruyter; 2003.
4. Jost W. Neurologie des Beckenbodens: Chapman and Hall; 1997.
5. Robert R, Prat-Pradal D, Labat J, Bensignor M, Raoul S, Rebai R, et al. Anatomic basis of chronic perineal pain. Role of the pudendal nerve. Surgical Radiologic Anatomy. 1998: p. 93-98.
6. Labat JJ, Riant T, Robert R, Amarenco G, Lefaucheur JP, Rigaud J. Diagnostic Criteria for Pudendal Neuralgia by Pudendal Nerve Entrapment (Nantes Criteria). Neurourology and Urodynamics. 2008: p. 306-310.
7. Filler A. Diagnosis and Treatment of Pudendal nerve entrapment syndrome subtypes: imaging, injections and minimal access surgery. Neurosurgical Focus. 2009 Februar.
8. Hibner M, Desai N, Robertson L, Nour M. Pudendal Neuralgia. The Journal of Minimally Invasive Gynecology. 2010: p. 148-53.
9. European Association of Urology. Guidelines on Chronic pelvic Pain. [Online].; 2012 [cited 2014 Mai 23. Available from: http://www.uroweb.org/gls/pdf/24_Chronic_Pelvic_Pain_LR%20II.pdf.
10. Thiel W. The preservation of the whole corpse with natural color. Ann. Anat. 1992 Jun.: p. 185-95.
11. Feigl G, Ulz H, Pixner T, Dolcet C, Likar R, Sandner-Kiesling A. Anatomical investigation of a new vertical obturator nerve block technique. Annals of Anatomy. 2013: p. 82-87.
12. Feigl G, Fuchs A, Gries M, Hogan QH, Weninger B, Rosmarin W. A supraomohyoidal plexus block designed to avoid complications. Surgical and Radiologic Anatomy. 2006: p. 403-409.
13. Feigl G, Anderhuber F, Schwarz G, Dorn C, Fasel J, Likar R. Trainingsmethode für Regionalanästhesisten, Evaluierung und Vergleich. Anaesthesist. 2007: p. 437-444.

14. Naja Z, Ziade F, Kamel R, El-Kayali S, Daoud N, El-Rajab M. The effectiveness of pudendal nerve block versus caudal block anesthesia for hypospadias in children. *Anesthesia & Analgesia*. 2013: p. 1401-1407.
15. Hyrtl J. *Lehrbuch der Anatomie des Menschen mit Rücksicht auf physiologische und praktische Anwendung*. 20th ed. Wien: Wilhelm Braumüller; 1889.
16. Waldeyer W. *Das Becken Topographisch-anatomisch mit besonderer Berücksichtigung der Chirurgie und Gynäkologie dargestellt* Bonn: Friedrich Cohen; 1899.
17. Bonica J. *The Management of Pain*: Lea & Febinger; 1953.
18. Standring S. *Gray's Anatomy: The Anatomical Basis of Clinical Practice*: Churchill Livingstone Elsevier.
19. Kiff E, Swash M. Slowed conduction in the pudendal nerves in idiopathic (neurogenic) faecal incontinence. *British Journal of Surgery*. 1984: p. 614-16.
20. Roche B, Dembe JC, Karenovics W, Robert-Yap J, Cahana A. Pudendal Nerve Neuralgia - an Anatomic-Surgical Approach. *Coloproctology*. 2005: p. 236-41.
21. Elahi F, Callahan D, Greenlee J, Dann T. Pudendal Entrapment Neuropathy: A Rare Complication of Pelvic Radiation Therapy. *Pain Physician*. 2013: p. 793-797.
22. Spinoso J, de Bisschop E, Laurencon J, Kuhn G, Dubuisson J, Riederer B. Les réflexes sacrés étagés dans l'étude de la névralgie pudendale : validation anatomique. [Sacral staged reflexes to localize the pudendal compression: an anatomical validation of the concept]. *Revue Médicale Suisse*. 2006: p. 2416-24.
23. Popeney C, Ansell V, Renney K. Pudendal Entrapment as an Etiology of Chronic Perineal Pain: Diagnosis and Treatment. *Neurourology and Urodynamics* [online]. 2007: p. 820-827.
24. Kaiser T, Jost WH, Osterhage J, Derouet H. Pudendal nerve SSEP in the diagnosis of anorectal functional disorders: Comparison between penile und perianal stimulation. *Coloproctology*. 1999: p. 80-83.
25. Kaiser T, Jost WH, Osterhage J, Derouet H, Schimrigk K. Penile and perianal pudendal nerve somatosensory evoked potentials in the diagnosis of erectile dysfunction. *International Journal of Impotence Research*. 2001: p. 89-92.
26. Gajraj N. Botulinum Toxin A Injection of the Obturator Internus Muscle for Chronic Perineal Pain. *The Journal of Pain*. 2005 Mai: p. 333-337.
27. Mamlouk M, vanSonnenberg E, Dehkharghani S. CT-Guided Nerve Block for Pudendal Neuralgia: Diagnostic and Therapeutic Implications. *American Journal of Roentgenology*. 2014: p. 196-200.

28. Thoumas D, Leroi AM, Mauillon J, Muller JM, Benozio M, Denis P, et al. Pudendal neuralgia: CT-guided pudendal nerve block technique. *Abdominal Imaging*. 1999 Mai: p. 309-312.
29. McDonald J, Spigos D. Computed tomography– guided pudendal block for treatment of pelvic pain due to pudendal neuropathy. *Obstetrics & Gynecology*. 2000 Februar: p. 306-309.
30. Choi S, Lee P, Kim Y, Kim H, Lee S. C-arm-guided pudendal nerve block: a new technique. *International Journal of Clinical Practice*. 2006 Mai: p. 553-556.
31. Abdi , Shenouda P, Patel , Saini , Baharat , Calvillo O. A Novel Technique for Pudendal Nerve Block. *Pain Physician*. 2004: p. 319-322.
32. Gruber H, Kovacs P, Piegger J, Brenner E. New, simple, ultrasound-guided infiltration of the pudendal nerve: topographic basics. *Diseases of the Colon and Rectum*. 2001 September: p. 1376-80.
33. Kovacs P, Gruber H, Piegger J, Bodner G. New, simple, ultrasound-guided infiltration of the pudendal nerve: ultrasonographic technique. *Diseases of the Colon and Rectum*. 2001 September: p. 1381-5.
34. Rofaeel A, Peng P, Louis I, Chan V. Feasibility of Real-Time Ultrasound for Pudendal Nerve Block in Patients with Chronic Perineal Pain. *Regional anesthesia and pain medicine*. 2008: p. 139-45.
35. Peng P, Tumber P. Ultrasound-Guided Interventional Procedures for Patients with Chronic Pelvic Pain — A Description of Techniques and Review of Literature. *Pain Physician*. 2008: p. 215-24.
36. Ahmed S. Pudendal canal syndrome as a cause of vulvodynia and its treatment by pudendal nerve decompression. *European Journal of Obstetrics & Gynecology and Reproductive Biology*. 1998 Oktober: p. 215-220.
37. Robert R, Labat JJ, Bensignor M, Gelmain P, Deschamps C, Raoul S, et al. Decompression and Transposition of the Pudendal Nerve in Pudendal Neuralgia: A Randomized Controlled Trial and Long-Term Evaluation. *European Urology*. 2005 März: p. 403-408.
38. Bautrant E, de Bisschop E, Vaini-Elies V, Massonat J, Aleman I, Buntinx J. La prise en charge moderne des névralgies pudendales. A partir d'une série de 212 patientes et 104 interventions de décompression. *Journal de Gynécologie Obstétrique et Biologie de la Reproduction*. 2003: p. 705-12.
39. Beco J, Klimov D, Bex M. Pudendal nerve decompression in perineology : a case series. *BMC Surgery*. 2004 Oktober.
40. Schneider H, Husslein P, Schneider KT. *Die Geburtshilfe*. 3rd ed.: Springer; 2006.

