

Journal für
Urologie und Urogynäkologie

Zeitschrift für Urologie und Urogynäkologie in Klinik und Praxis

**Histologische und
immunohistochemische Untersuchung
am menschlichen Rhabdosphinkter**

Holliger S, Kappeler A

Schaffner T

Journal für Urologie und

*Urogynäkologie 2001; 8 (1) (Ausgabe
für Schweiz), 6-12*

Journal für Urologie und

*Urogynäkologie 2001; 8 (1) (Ausgabe
für Österreich), 12-19*

Homepage:

www.kup.at/urologie

Online-Datenbank mit
Autoren- und Stichwortsuche

Indexed in Scopus

Member of the



www.kup.at/urologie

Krause & Pachernegg GmbH · VERLAG für MEDIZIN und WIRTSCHAFT · A-3003 Gablitz

P. b. b. 022031116M, Verlagspostamt: 3002 Purkersdorf, Erscheinungsort: 3003 Gablitz

HISTOLOGISCHE UND IMMUNOHISTOCHEMISCHE UNTERSUCHUNG AM MENSCHLICHEN RHABDOSPHINKTER

Summary

Purpose: There is increasing evidence that the rhabdosphincter may play an important role in the continence mechanism following prostate surgery. However, little is known about its detailed anatomical structure. We therefore performed a histological and immunohistochemical study of the rhabdosphincter with special regard to the muscle components. **Materials and methods:** The rhabdosphincter of 10 fetuses (3 females, 7 males), 5 male cadavers and 15 prostate cancer patients were studied. Paraffin sections were stained conventionally with Masson-Trichrome and Hematoxylin-Eosin and immunohistochemically with antibodies against the slow-twitch and fast-twitch striated muscle fibers. **Results:** In the human fetal rhabdosphincter the proportion of

fast-twitch to slow-twitch striated muscle fibers was 2 to 1 in favor of fast-twitch fibers and this proportion was inverted in adults in favor of slow-twitch fibers in a proportion of 1 to 4. The male rhabdosphincter has a characteristic main component around the membranous urethra. In males it has a dorsal hiatus, becomes thinner by penetrating in 3 to 4 distinguishable sheets the prostatic pseudocapsule and ends at the anterior base of the bladder neck.

Conclusion: After birth the continent sphincter mechanism is established under steadily improved neuronal control. The anatomical correlate is the different composition of the striated muscle fibers of the rhabdosphincter. We therefore suspect a significant role of the rhabdosphincter in maintaining continence.

der langsamen Muskelfasern in einem Verhältnis von 1 zu 4. Der männliche Rhabdosphinkter weist einen charakteristischen Hauptbestandteil im Bereich der Pars membranacea der Harnröhre mit einer dorsalen Muskellücke gegen die Denonvillier'sche Faszie hin auf. Er verdünnt sich gegen rostral und infiltriert die Prostata in 3 bis 4 klar unterscheidbaren Muskelfaserbündeln, die im Bereich des vorderen Blasenhalbes enden.

Diskussion: Nach der Geburt kommt es beim Menschen zur Ausbildung eines kontinenten Sphinktermechanismus unter zunehmender neuronaler Kontrolle durch das zentrale Nervensystem. Das anatomische Korrelat im unteren Harntrakt stellt die veränderte Muskelfaserzusammensetzung der quergestreiften Muskelfasern des Rhabdosphinkters dar.

ZUSAMMENFASSUNG

Ziel: Es bestehen zunehmend Hinweise, daß dem Rhabdosphinkter eine zentrale Rolle im Rahmen des Kontinenzmechanismus, insbesondere nach radikaler Prostatektomie, zukommt. Gleichzeitig besteht jedoch unverändert Unklarheit über dessen genaue anatomische Ausdehnung und die Art der Muskelfasern, weshalb die vorliegende Studie, unter spezieller Berücksichtigung der Anatomie und Muskelfaserzusammensetzung, durchgeführt wurde.

Material und Methode: Der Rhabdosphinkter am Autopsie-

präparat von 10 Foeten (3 weiblich, 7 männlich) und 5 männlichen Erwachsenen sowie 15 Prostatektomiepräparaten bei Patienten mit Prostatakarzinom wurden konventionell mittels Masson-Trichrom und Hematoxylin-Eosin sowie immunohistochemisch mittels Antikörper gegen die langsamen und schnellen quergestreiften Muskelfasern untersucht.

Ergebnisse: Im menschlichen foetalen Rhabdosphinkter beträgt das Verhältnis von schnellen zu langsamen quergestreiften Muskelfasern 2 zu 1 zu Gunsten der schnellen quergestreiften Muskelfasern. Beim Erwachsenen hingegen kommt es zu einer Umkehr dieses Verhältnisses zu Gunsten

EINLEITUNG

Die Kenntnisse betreffend Anatomie, Sphinktermechanismus und Muskelfaserzusammensetzung des Rhabdosphinkters bzw. des „intrinsic striated urethral sphincter“ beim Menschen sind unvollständig und sollen mit der vorliegenden Arbeit weiter vervollständigt werden. In der Literatur werden verschiedene Bezeichnungen verwendet, was die Übersicht nicht erleichtert. So wird dieser hufeisenförmige Muskel im Bereich der Pars membranacea der Harnröhre als „external/distal intrinsic urethral sphincter“ [1], „intrinsic striated muscle/rhabdosphincter“ [2], „urethral rhabdosphincter“ [3], „urethral

striated sphincter“ [4], „external striated sphincter“ [5], „urethral sphincter“ [6], „musculus sphincter urethrae transversostriatus“ [7], „external voluntary urinary sphincter“ [8] sowie „external urethral sphincter“ [9] bezeichnet.

Für die vorliegende Arbeit haben wir ausschließlich die von Elbadawi et al. [3] vorgeschlagene Bezeichnung des „Rhabdosphinkters“ verwendet, die sich zunehmend durchzusetzen scheint.

Der untere Harntrakt funktioniert als komplexe Einheit zur Sicherstellung einer effizienten Blasenfüllung und Harnspeicherung ohne Druckanstieg in der Blase bei vollständiger Kontinenz und bei Bedarf einer vollständigen Blasenentleerung. Beim Mann stellt der Blasen Hals zusätzlich die antegrade Ejakulation sicher. Bei der normalen Blasenfüllung ist nur ein leichter, kontinuierlicher intravesikaler Druckanstieg festzustellen, trotz überproportionalem Volumenanstieg.

Gleichzeitig erfolgt ein kontinuierlicher Druckanstieg in der proximalen Harnröhre mit Hilfe der quergestreiften Muskulatur im Bereich des Blasauslasses (M. levator ani und Rhabdosphinkter) sowie der glatten Muskulatur des Blasen Halses. Nicht zu vernachlässigen sind zusätzlich die passiven Eigenschaften der Harnröhrenwand (submuköses, kollagenreiches Gewebe und das Venengeflecht) [10].

Die glatte Muskulatur gehört zur glatten Muskulatur des Blasen Halses sowie der proximalen Harnröhre (Lissosphinkter oder

interner Sphinkter). Der quergestreifte Sphinkter wird durch die Muskulatur gebildet, die sich außerhalb der Harnröhre bei beiden Geschlechtern befindet, dem Rhabdosphinkter sowie der voluminösen Muskelgruppe, welche die Harnröhre im Bereich der Pars membranacea des Mannes bzw. im Bereich der mittleren Harnröhre bei der Frau umgibt; den Rändern des Musculus levator ani (Pars puboperinealis) [11, 12].

Bei beiden Geschlechtern ist der Rhabdosphinkter an seiner Vorderseite am stärksten ausgebildet und dessen Rückseite zur Denonvillier'schen Faszie hin relativ dünn bzw. fehlend. Der Rhabdosphinkter ist beim Mann voluminöser und komplexer angelegt. Die geschlechtsspezifischen Differenzen haben ihren Ursprung im Vorhandensein der Vagina bei der Frau und der Entwicklung und dem Wachstum der Prostata beim Mann [8, 13].

Die Funktion des externen urethralen Sphinkters wurde mittels Untersuchung seiner Muskelfaserzusammensetzung zu erklären versucht. Das relative Verhältnis von schnellen zu langsamen quergestreiften Muskelfasern im Bereich des externen urethralen Sphinkters ist sehr variabel beim Hund [13] und der Katze [14]. Demgegenüber soll der quergestreifte Muskel beim Menschen im Bereich der distalen Harnröhre gemäß Gosling et al. [15] nur aus langsamen Muskelfasern oder gemäß Elbadawi et al. [16] aus langsamen und schnellen Muskelfasern zusammengesetzt sein.

Entsprechend dem Muskeltyp werden verschiedene Formen von

schweren Myosinketten gefunden (quergestreifte Muskulatur, Herzmuskel, glatte Muskulatur sowie nichtmuskuläres Myosin). Myosin ist ein 480 kD schweres Protein, das mit Aktin muskulären und nichtmuskulären Ursprunges reagiert. Es wird aus zwei identischen schweren Ketten (200 kD) und 4 leichten Ketten (15–26 kD) gebildet. Bei der Skelettmuskulatur wird die Unterscheidung in Typ I (langsame) und Typ 2 (schnelle) Muskelfasern gemacht. Die Typ II Fasern können noch weiter unterteilt werden in Typ IIA, IIB und IIC [17].

Unbekannt ist, ob es mit dem Alter zu einer veränderten Muskelfaserzusammensetzung des Rhabdosphinkters kommt. Auch ist unbekannt, ob die Muskelfaserzusammensetzung innerhalb des Rhabdosphinkters (Pars prostatica, Pars membranacea) variiert.

MATERIAL UND METHODE

Für die Untersuchung standen einerseits Rhabdosphinkterpräparate von Autopsien zur Verfügung und zwar von 10 Foeten (Abb. 1) (3 weiblich, 7 männlich, Gestationsalter 20–40. Woche, Mittelwert $29,8 \pm 7,1$) und von 5 erwachsenen Männern (37–74 Jahre: mittel; $\pm 13,5$). Weiter konnte der Rhabdosphinkter am Operationspräparat von 15 Patienten nach radikaler Prostatovesikulektomie wegen Prostatakarzinom untersucht werden (49–71 Jahre, mittel $61,4 \pm 5,2$).

Das autopsisch gewonnene Gewebe wurde spätestens 24 Stunden nach Ableben bzw. Austrei-

bung des Foeten in 10 % Formalin fixiert. Die Prostatovesikulektomiepräparate wurden unmittelbar nach operativer Entnahme in 10 % Formalin fixiert. Eine Muskelerkrankung konnte in allen Fällen ausgeschlossen werden. Nach durchschnittlich 24-stündiger Formalinfixierung wurden die Präparate vom Beckenboden bis zum Apex in Scheiben geschnitten und in Paraffin eingebettet. Von jedem Präparat wurden Hämatoxylin-Eosin- und Masson-Trichrom-Färbungen angefertigt (Abb. 2 und 3).

Für die Immunohistochemie wurden 5 µm Schnittpräparate entparaffiniert, rehydriert und in 10 mM Citratpuffer, pH 6,0, während 5 Minuten in einem Dampfkochtopf gekocht. Danach (sowie nach jedem weiteren Schritt) wurden die Präparate in TBS gewaschen und anschließend während 60 Minuten bei Raumtemperatur mit monoklonalen Antikörpern gegen die schweren Myosinketten Typ I (Clone NOQ 7.4.5D, Verdünnung 1:1000; Sigma, St. Louis MO, USA), die schweren Myosinketten Typ II (Clone MY-32, keine Differenzierung zwischen IIA, IIB, IIC; Verdünnung 1:400; Sigma) oder – im Falle der Negativkontrollen – mit Antikörper-Verdünnungspuffer (TBS mit 0,5 % Casein und 5 % Ziegenserum) inkubiert. Danach folgte eine 45-minütige Inkubation mit einem biotinylierten Ziege-anti-Maus Ig-Antikörper (beide Dako, Glostrup, Dänemark), 1:300 verdünnt im gleichen Puffer wie die Primärantikörper. Schließlich wurden die Schnitte für 45 min. mit einem Avidin-Biotin-Alkalische Phosphatase-Komplex oder einem Avidin-Biotin-Alkalische Peroxidase-

Komplex (beide Dako; verdünnt 1:200 in TBS) überschichtet und danach in einer Substratlösung aus hexazotiertem Neufuchsin (Merck, Darmstadt, Deutschland) und Naphtol AS-BI (Sigma) in 200 mM TBS pH 8,7 während 30 min., resp. aus Diaminobenzidin-H₂O₂ (Sigma) für 8 min. entwickelt und schließlich mit Hämatoxylin gegengefärbt. In jeder Färbeserie wurden Positivkontrollen mitgeführt (Abb. 4a u. 4b).

Mit einer Videokamera erfaßte mikroskopische Aufnahmen der Immunhistochemie-Präparate wurden mit Hilfe eines Bildauswertungsprogrammes analysiert. In Serienschnitten, die für Myosin I und Myosin II gefärbt worden waren, wurde jeweils die spezifisch gefärbte Gesamtfläche vermessen. Die Messungen wurden an jedem Präparat 4 mal wiederholt und aus dem Mittelwert der Anteil der beiden Myosin-Typen für das Präparat berechnet. Der Antikörper gegen die schweren Myosinketten Typ II ist nicht in der Lage, die Subtypen II A, II B und II C zu unterscheiden.

Bei 5 Erwachsenen und 6 Foeten wurden je 100 Muskelfasern pro Schnitt ermittelt und daraus der durchschnittliche Muskelfaserdurchmesser errechnet.

RESULTATE

Im Bereich der Vorderseite der erwachsenen männlichen Harnröhre befindet sich der zirkulär angeordnete, quergestreifte Muskel in Form eines Hufeisens. Der Hauptbestandteil des Muskels befindet sich unterhalb des Apex der Prosta-

ta (Pars membranacea der Urethra) und reicht bis in den vorderen Bereich des Blasenbodens. Dieser quergestreifte Muskel bildet einen vollständigen Ring beim Foeten und Neugeborenen. Mit zunehmendem Wachstum bildet sich eine hintere Lücke aus.

Der Rhabdosphinkter infiltriert (oder wird infiltriert) von vorne beidseits seitlich die Prostata in 3–4 klar unterscheidbaren Muskelfaserbündeln (Abb. 5).

Vom Musculus levator ani (Pars puboperinealis) ist der Rhabdosphinkter durch eine Faszie getrennt. Die Muskelfasern des Rhabdosphinkters sind kreisförmig um die Harnröhre hin und die Muskelfasern des M. levator ani parallel zur Harnröhre ausgerichtet. Zusätzlich beträgt beim Erwachsenen wie beim Foeten der durchschnittliche Muskelfaserdurchmesser im Bereich des M. levator ani mehr als doppelt soviel wie im Bereich des Rhabdosphinkters (Tab. 1).

Der Durchmesser der langsamen quergestreiften Muskelfasern des Rhabdosphinkters ist, bei den Foeten wie auch bei den Erwachsenen, tendenziell größer als derjenige der schnellen quergestreiften Muskelfasern (Tab. 2).

Bei den Foeten mit einem durchschnittlichen Gestationsalter von 29,8 Wochen (20–40) stellen wir ein deutliches Überwiegen der schnellen quergestreiften Muskelfasern fest, gehören doch 65,6 % der quergestreiften Muskelfasern zu den „Typ II“ schnellen Muskelfasern und lediglich 34,4 % gehören zu den „Typ I“ langsamen Muskelfasern (Tab. 3). Es besteht ein Überwiegen der schnellen

Abbildung 1: Übersichtsaufnahme eines weiblichen Foeten der 36 2/7 SSW



Abbildung 2: Übersichtsaufnahme des unteren weiblichen Harntraktes (Harnröhre und Rhabdosphinkter) der 36 2/7 SSW (A = Urethra, B = Glatte Muskulatur der Urethra, C = Rhabdosphinkter, D = M. levator ani (pars puboperinalis), E = Uterus).

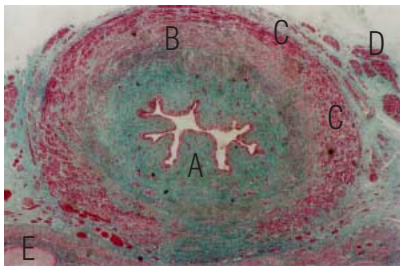


Abbildung 3: Übersichtsaufnahme des männlichen unteren Harntraktes (Harnröhre, Prostata, Rhabdosphinkter) der 36 0/7 SSW (A = Urethra, B = Glatte Muskulatur der Urethra, C = Rhabdosphinkter, D = Samenblase).

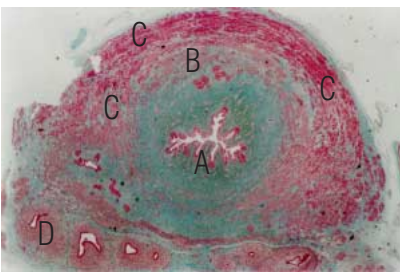


Abbildung 4a u. 4b: Doppelfärbung der quergestreiften Muskelfasern des Rhabdosphinkters bei hoher und niedriger Auflösung. Die langsamen Muskelfasern sind zusätzlich mit alkalischer Phosphatase (rot) und die schnellen Muskelfasern mit Peroxidase (braun) gefärbt.

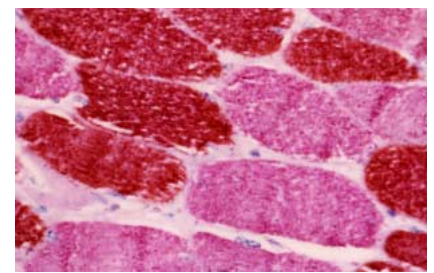
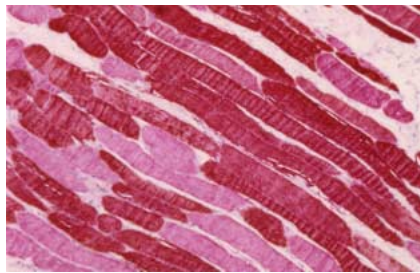
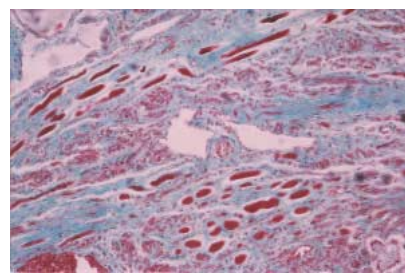


Abbildung 5: Muskelfasern des Rhabdosphinkters der Pars prostatica, die seitlich die Prostata infiltrieren.



Muskelfasern von durchschnittlich 54,9 % bis zu 72,1 %, ohne daß dabei eine Korrelation zum Gestationsalter gefunden werden kann.

Diese Resultate bei den Foeten stehen in starkem Gegensatz zu den Resultaten, die wir in 5 Autopsie- und 15 operativ gewonnenen Prostatovesikulektomiepräparaten von erwachsenen Männern erhalten, bei denen die langsamen quergestreiften Muskelfasern mit im Durchschnitt 78,7 % dominieren (Tab. 4).

Der Rhabdosphinkter nimmt volumenmäßig von der Pars membranacea der Harnröhre bis zum Blasenboden hin kontinuier-

lich ab. Im Bereich des Blasenbodens können nur noch vereinzelt quergestreifte Muskelfasern des Rhabdosphinkters gefunden werden. Das Verhältnis von schnellen zu langsamen quergestreiften Muskelfasern beim Erwachsenen vom Blasenboden bis zum Apex ist stets zugunsten der langsamen Muskelfasern mit einer Tendenz für einen erhöhten Anteil von schnellen Muskelfasern im Bereich des Apex der Prostata (Tab. 5).

DISKUSSION

Der Rhabdosphinkter, dessen Muskelfasern kreisförmig um die Harnröhre angelegt sind, einen deutlich geringeren Faserdurchmesser aufweisen und zusätzlich durch eine Faszie abgegrenzt sind, ist klar unterscheidbar vom Musculus levator ani (Pars puboperinealis). Unsere Beschreibung steht in deutlichem Kontrast zu dem oft beschriebenen Diaphragma urogenitale [6, 21] und ist in Einklang mit den Beschreibungen vom Elbadawi und Myers [11, 16].

Finden wir beim foetalen Rhabdosphinkter noch ein Überwiegen der schnellen quergestreiften Muskelfasern im Rhabdosphinkter von durchschnittlich 2:1, so kommt es zu einer Umkehr dieses Verhältnisses beim Erwachsenen mit einem Überwiegen der langsamen quergestreiften Muskelfasern in einem Verhältnis von 4:1.

Beckenbodenübungen, Biofeedback und Elektrostimulation des Beckenbodens sind Rehabilitationstherapien, die erfolgreich zur Behandlung der Harninkontinenz eingesetzt werden können. Der Grundmechanismus besteht dabei im Ansatz, schnelle quergestreifte Muskelfasern des Rhabdosphinkters und M. levator ani in langsame quergestreifte Muskelfasern zu überführen; basierend auf Untersuchungen von Bazzed und Thüroff (1982) [14, 22], die am Hundemodell zeigen konnten, daß die chronische Stimulation der vorderen sakralen Nervenfasern eine Umwandlung von schnellen zu langsamen Muskelfasern bewirkt [23]. Beim Menschen erfolgt die Änderung der Muskelfaserzusammensetzung physiologisch mit der veränderten Funktion des unteren Harntraktes.

Erfolgt beim Foeten und Neugeborenen die Miktio noch spontan im Rahmen eines sakralen Spinalreflexes, sobald die Blasenfüllung einen genügend starken efferenten Reiz aufgebaut hat [24], so muß beim Erwachsenen die Blasenkapazität erhöht, der periurethrale Sphinkter willkürlich kontrolliert, sowie der spinale Miktionsreflex unterdrückt werden können [25]. Dies wird durch die zunehmende Reifung der suprapontinen Hirnareale erreicht. Das anatomische Korrelat

Tabelle 1: Durchmesser der schnellen und langsamen Muskelfasern des Musculus levator ani (Pars puboperinealis) und des Rhabdosphinkters in μm beim Erwachsenen

	Schnelle Muskelfasern	Langsame Muskelfasern
Pars puboperinealis des Musculus levator ani (n = 5)	26,1 (\pm 8,02)	31,8 (\pm 6,43)
Rhabdosphinkter (n = 5)	12,8 (\pm 0,48)	13,5 (\pm 2,81)

Tabelle 2: Durchmesser in μm der Muskelfasern des Rhabdosphinkters bei Erwachsenen und Foeten (Durchschnitt von je 100 Messungen pro Präparat).

	Alter	Geschlecht	Langsame Muskelfasern		Schnelle Muskelfasern	
			μm	\pm	μm	\pm
Foet Nr. 1	20 4/7 SSW	m	6,34	0,51	5,75	1,20
Foet Nr. 2	23 0/7 SSW	w	5,33	0,86	4,64	0,86
Foet Nr. 3	23 1/7 SSW	m	5,80	0,64	5,37	0,69
Foet Nr. 4	36 0/7 SSW	w	7,16	1,10	6,56	0,81
Foet Nr. 5	36 2/7 SSW	w	6,55	0,83	6,04	0,73
Foet Nr. 6	40 0/7 SSW	m	7,62	1,63	9,62	2,46
Durchschnitt Foeten			6,5	0,64	6,3	1,93
Fall Nr. 1	37 Jahre	m	15,71	2,64	12,65	3,18
Fall Nr. 2	47 Jahre	m	13,35	3,32	13,28	4,05
Fall Nr. 3	51 Jahre	m	12,79	1,66	11,60	2,84
Fall Nr. 4	60 Jahre	m	15,77	4,63	15,00	4,86
Fall Nr. 5	74 Jahre	m	10,08	2,20	11,68	2,06
Durchschnitt Erwachsene			13,5	2,81	12,8	0,48

Tabelle 3: Verhältnis von schnellen zu langsamen Muskelfasern des Rhabdosphinkters beim Foeten.

Foet.-Nr.	Gestationsalter	Geschlecht	Schnelle Muskelfasern in %	Langsame Muskelfasern in %	\pm
Foet Nr. 1	20 4/7 SSW	männl.	70,6	29,4	1,3
Foet Nr. 2	22 0/7 SSW	weibl.	58,6	41,4	0,4
Foet Nr. 3	23 0/7 SSW	männl.	66,2	33,8	3,27
Foet Nr. 4	23 1/7 SSW	männl.	70,9	29,1	3,26
Foet Nr. 5	31 4/7 SSW	weibl.	72,9	27,1	1,73
Foet Nr. 6	35 0/7 SSW	männl.	63,6	26,4	1,46
Foet Nr. 7	36 0/7 SSW	männl.	61,9	38,1	9,37
Foet Nr. 8	36 2/7 SSW	weibl.	54,9	45,1	1,73
Foet Nr. 9	40 0/7 SSW	männl.	64,6	35,4	11,22
Foet Nr. 10	40 0/7 SSW	männl.	72,1	27,9	1,64
Durchschnitt Foeten			65,6	34,4	5,74

Tabelle 4: Verhältnis von schnellen zu langsamen Muskelfasern des Rhabdosphinkters beim Foeten und männlichen Erwachsenen.

Rhabdosphinkter	Schnelle Muskelfasern in %	Langsame Muskelfasern in %	±
Foeten	65,6	34,4	5,74
Erwachsene	21,3	78,7	8,41

Tabelle 5: Verhältnis von schnellen und langsamen Muskelfasern innerhalb des Rhabdosphinkters bei Männern vom Blasenboden bis zum Apex der Prostata.

Geschlecht, Alter	Muskel- fasern in %	Oberhalb		Unterhalb		
		Blasen- boden	Coll. seminalis	Coll. seminalis	Coll. seminalis	Prostata- Apex
M, 47 Jahre	schnelle	8,7	15,1	21,0	39,2	49,3
M, 52 Jahre	schnelle	4,7	20,6	19,1	11,9	13,5
M, 65 Jahre	schnelle	5,5	18,1	13,8	20,3	39,2
M, 74 Jahre	schnelle	5,5	15,6	20,2	17,7	13,0
Durchschnitt	schnelle	6,1	17,4	18,5	22,3	28,8

im Bereich des unteren Harntraktes zum veränderten Miktionsverhalten stellt das adaptierte Verhältnis von schnellen zu langsamen quergestreiften Muskelfasern des Rhabdosphinkters dar.

Unsere Resultate sind vereinbar mit einer signifikanten Rolle des Rhabdosphinkters zum Erhalt der Kontinenz, andererseits ergibt sich daraus die Basis für ein breites Feld an therapeutischen Optionen.

Literatur:

- Gosling JA. The structure of the bladder and urethra in relation to function. *Urol Clin North Am* 1979; 6: 31.
- Williams JH, Brading AF. Urethral sphincter: normal function and changes in disease. In: Daniel EE, Tomita T, Tsuchida S, Wantanabe MN (eds). *Sphincters: normal function – changes in diseases*. CRC Press Inc., Boca Raton, 1992.

- Elbadawi A. Anatomy and innervation of the vesicourethral muscular unit of micturition. In: Krane RJ, Siroky MB (eds). *Clinical Neurourology*. 2nd ed. Little Brown and Company, Boston, 1991.
- Kokoua A, Homsy Y, Lavigne JF et al. Maturation of the external urinary sphincter: a comparative histotopographic study in humans. *J Urol* 1993; 150: 617.
- Myers RP, Goellner JR, Cahill DR. Prostate shape, external striated urethral sphincter and radical prostatectomy: the apical dissection. *J Urol* 1987; 138: 543.
- Oelrich TM. The urethral sphincter muscle in the male. *Am J Anat* 1980; 158: 229.
- Dorschner W, Stolzenburg JU. A new theory of micturition and urinary continence based on histomorphological studies. *Urol Int* 1994; 52: 185.
- Tanagho EA. The ureterovesical junction: anatomy and physiology. In: Chisholm GD, Williams D (eds). *Scientific foundations of urology*. Year Book Medical Publishers, Chicago, 1982; 295–404.
- Ho KMT, Noble J, Brading AF. The intrinsic intramural striated sphincter of the membranous urethra. *Brit J Urol* 1997; 80: 188.

- Zderic SA, Levin RM, Wein AJ. Voiding function: relevant anatomy, physiology, pharmacology and molecular aspects. In: Gillenwater JY, Grayhack JT, Howards SS, Duckett JW (eds). *Adult and pediatric urology*. Mosby, St. Louis, 1996; 1159–219.

- Myers RT, Cahill DR, Devine RM, King BF. Anatomy of radical prostatectomy as defined by magnetic resonance imaging. *J Urol* 1998; 159: 2148.

- Wein AJ. The role of external sphincterotomy for patients with a spinal cord lesion. *J Urol* 1998; 160: 961.

- Bazeed MA, Thüroff JW, Schmidt RA, Tanagho EA. Histochemical study of urethral striated musculature in the dog. *J Urol* 1982; 128: 406.

- Elbadawi A, Atta MA. Ultrastructure of vesicourethral innervation. IV. Evidence for somatomotor plus autonomic innervation of the male feline rhabdosphincter. *NeuroUrol Urodyn* 1985; 4: 23.

- Gosling JA, Dixon JS, Critchley HOD, Thompson SA. A comparative study of the human external sphincter and periurethral levator ani muscles. *Br J Urol* 1981; 53: 35.

- Elbadawi A, Mathews R, Light JK, Wheeler TM. Immunohistochemical and ultrastructural study of rhabdosphincter component of the prostatic capsule. *J Urol* 1997; 158: 1819.

- Schroder D, Reske-Nielson E. Fiber types in the striated urethral and anal sphincters. *Acta Neuropathol* 1983; 60: 278.

- Bourne JA. *Handbook of immunoperoxidase staining methods*. Dako Corp., Santa Barbara, 1983; 7–32.

- Pette D, Peuker H, Staron RS. The impact of biochemical methods for single muscle fibre analysis. *Acta Physiol Scand* 1999; 166: 261.

- Kadi F, Thomell LE. Training affects myosin heavy chain phenotype in the trapezius muscle of women. *Histochem Cell Biol* 1999; 112: 73.

- Oelrich TM. The striated urogenital sphincter muscle in the female. *Anat Rec* 1982; 205: 223.

- Thüroff JW, Bazeed MA, Schmidt RA, Tanagho EA. Mechanisms of urinary continence: an animal model to study

urethral responses to stress conditions. *J Urol* 1982; 127: 1202.

23. Van der Laarse WJ, Lännergren J, Diegenbach PC. Resistance to fatigue of single muscle fibres from xenopus related to succinate dehydrogenase and myofibrillar ATPase activities. *Exp Physiol* 1991; 76: 589.

24. Goellner MH, Ziegler EE, Formon SJ. Urination during the first three years of life. *Nephron* 1981; 28: 174.

25. Blaivas JG, Romanzi LJ, Heritz DM. Urinary incontinence: pathophysiology, evaluation, treatment overview, and nonsurgical management. In: Walsh PC, Retik AB, Vaughan ED, Wein AJ (eds). *Campbell's Urology*, 7th edition. W. B. Saunders, Philadelphia; 1998; 1007-43.



Dr. med. Stephan Holliger

Studium der Humanmedizin von 1989 bis 1995 an den Universitäten von Freiburg i. Ue. (CH), Bern und Hôpital Cochin Port-Royal, Paris. 1996 Dissertation Universitätsklinik Bern. Assistent an der Neuro-Urologischen Ambulanz, Univ.-Klinik für Neurologie (Leiter: HR Univ.-Prof. Dr. H.

Madersbacher) Innsbruck, 1996, an der Klinik für Thorax-Herz- und Gefäßchirurgie, Bern, 1997, am Pathologischen Institut der Universität Bern, 1998, an der Klinik für Chirurgie, Hôpital de La Chaux-de-Fonds, 1999. Aktuell Assistent der Urologischen Klinik, Inselspital Bern (Prof. Studer).

Mitglied der Deutschen Gesellschaft für Urologie (DGU), der European Association of Urology (EAU) sowie der International Continence Society (ICS).

Korrespondenzadresse:

*Dr. med. St. Holliger
Urologische Klinik, Inselspital Bern
Postfach
CH-3010 Bern*

Mitteilungen aus der Redaktion

Besuchen Sie unsere zeitschriftenübergreifende Datenbank

[Bilddatenbank](#)

[Artikeldatenbank](#)

[Fallberichte](#)

e-Journal-Abo

Beziehen Sie die elektronischen Ausgaben dieser Zeitschrift hier.

Die Lieferung umfasst 4–5 Ausgaben pro Jahr zzgl. allfälliger Sonderhefte.

Unsere e-Journale stehen als PDF-Datei zur Verfügung und sind auf den meisten der marktüblichen e-Book-Readern, Tablets sowie auf iPad funktionsfähig.

[Bestellung e-Journal-Abo](#)

Haftungsausschluss

Die in unseren Webseiten publizierten Informationen richten sich **ausschließlich an geprüfte und autorisierte medizinische Berufsgruppen** und entbinden nicht von der ärztlichen Sorgfaltspflicht sowie von einer ausführlichen Patientenaufklärung über therapeutische Optionen und deren Wirkungen bzw. Nebenwirkungen. Die entsprechenden Angaben werden von den Autoren mit der größten Sorgfalt recherchiert und zusammengestellt. Die angegebenen Dosierungen sind im Einzelfall anhand der Fachinformationen zu überprüfen. Weder die Autoren, noch die tragenden Gesellschaften noch der Verlag übernehmen irgendwelche Haftungsansprüche.

Bitte beachten Sie auch diese Seiten:

[Impressum](#)

[Disclaimers & Copyright](#)

[Datenschutzerklärung](#)