

TECHNISCHE UNIVERSITÄT MÜNCHEN

2. Medizinische Klinik und Poliklinik
Klinikum rechts der Isar
(Direktor: Univ.-Prof. Dr. R. M. Schmid)

**Einfluss von Technik, Geschlecht und Alter
auf die Messparameter der
anorektalen Manometrie bei Erwachsenen**

Nicola Francesco Scalerio

Vollständiger Abdruck der von der Fakultät für Medizin der Technischen Universität
München zur Erlangung des akademischen Grades eines

Doktors der Medizin

genehmigten Dissertation.

Vorsitzender: Univ.-Prof. Dr. E. J. Rummeny

Prüfer der Dissertation:

1. Priv.-Doz. Dr. Ch. G. K.-H. Pehl
2. Univ.-Prof. Dr. R. M. Schmid

Die Dissertation wurde am 25.07.2011 bei der Technischen Universität München
eingereicht und durch die Fakultät für Medizin am 10.04.2013 angenommen.

Inhaltsverzeichnis

1	<i>Einleitung und Zielsetzung</i>	5
2	<i>Verzeichnis der Abbildungen, Abkürzungen und Tabellen</i>	6
2.1	Abbildungen	6
2.2	Abkürzungen	8
2.3	Tabellen	8
3	<i>Material und Methoden</i>	9
3.1	Apparatur	9
3.1.1	Manometriergerät.....	9
3.1.2	Katheter.....	9
3.1.3	Computerprogramm.....	10
3.2	Probanden	10
3.2.1	Auswahlkriterien.....	10
3.2.2	Ausschlusskriterien.....	11
3.2.3	Geschlechts- und Altersverteilung.....	11
3.3	Durchführung und Auswertung	12
3.3.1	Ruhedruck kontinuierlich.....	12
3.3.2	Ruhedruck schrittweise.....	12
3.3.3	Kneifdruck kontinuierlich.....	13
3.3.4	Kneifdruck schrittweise.....	13
3.3.5	Perzeptionsschwelle kontinuierlich.....	14
3.3.6	Perzeptionsschwelle schrittweise	14
3.3.7	Drangschwelle kontinuierlich.....	14
3.3.8	Drangschwelle schrittweise.....	15
3.4	Analyse	15
3.4.1	Vergleich Median versus Mittelwert.....	16
3.4.2	Vergleich kontinuierlich versus schrittweise.....	16
3.4.3	Geschlechtsabhängigkeit der Messergebnisse.....	17
3.4.4	Altersabhängigkeit der Messergebnisse	17

4	<i>Ergebnisse</i>	18
4.1	Vergleich Median versus Mittelwert	18
4.1.1	Ruhedruck.....	18
4.1.1.1	Kontinuierlicher Ruhedruck alle Probanden.....	18
4.1.1.2	Ruhedruck schrittweise alle Probanden.....	19
4.1.1.3	Kontinuierlicher Ruhedruck alle Frauen.....	20
4.1.1.4	Ruhedruck schrittweise alle Frauen.....	21
4.1.1.5	Kontinuierlicher Ruhedruck alle Männer.....	21
4.1.1.6	Ruhedruck schrittweise alle Männer	22
4.1.2	Kneifdruck.....	22
4.1.2.1	Kontinuierlicher Kneifdruck alle Probanden.....	22
4.1.2.2	Kneifdruck schrittweise alle Probanden.....	23
4.1.2.3	Kontinuierlicher Kneifdruck alle Frauen.....	24
4.1.2.4	Kneifdruck schrittweise alle Frauen.....	25
4.1.2.5	Kontinuierlicher Kneifdruck alle Männer.....	25
4.1.2.6	Kneifdruck schrittweise alle Männer.....	26
4.2	Vergleich kontinuierlich versus schrittweise	26
4.2.1	Ruhedruck.....	26
4.2.1.1	Ruhedruck kontinuierlich versus schrittweise Median alle Probanden.....	26
4.2.1.2	Ruhedruck kontinuierlich versus schrittweise Mittelwert alle Probanden..	27
4.2.2	Kneifdruck.....	28
4.2.2.1	Kneifdruck kontinuierlich versus schrittweise Median alle Probanden.....	28
4.2.2.2	Kneifdruck kontinuierlich versus schrittweise Mittelwert alle Probanden...	28
4.2.3.	Perzeptionsschwelle.....	29
4.2.3.1	Perzeptionsschwelle kontinuierlich versus schrittweise alle Probanden...	29
4.2.4	Stuhldrangschwelle.....	29
4.2.4.1	Stuhldrangschwelle kontinuierlich versus schrittweise alle Probanden....	29
4.3	Geschlechtsabhängigkeit der Messergebnisse	30
4.3.1	Geschlechtsabhängigkeit des Ruhedruckes.....	31
4.3.2	Geschlechtsabhängigkeit des Kneifdruckes.....	31
4.3.3	Geschlechtsabhängigkeit der Perzeptionsschwelle.....	32
4.3.4	Geschlechtsabhängigkeit der Stuhldrangschwelle.....	33
4.4	Altersabhängigkeit der Messergebnisse	34
4.4.1	Altersabhängigkeit der Messergebnisse beim Ruhedruck.....	34
4.4.1.1	Frauen.....	34
4.4.1.2	Männer.....	36

4.4.2	Altersabhängigkeit der Messergebnisse beim Kneifdruck.....	37
4.4.2.1	Frauen.....	37
4.4.2.2	Männer.....	39
4.4.3	Altersabhängigkeit der Messergebnisse der Perzeptionsschwelle.....	41
4.4.3.1	Frauen.....	41
4.4.3.2	Männer.....	43
4.4.4	Altersabhängigkeit der Messergebnisse bei der Stuhldrangschwelle.....	44
4.4.4.1	Frauen.....	44
4.4.4.2	Männer.....	45
4.5	Geschlechts- und altersabhängiger Normalwertbereich.....	47
5	<i>Diskussion</i>.....	48
5.1	Median versus Mittelwert.....	48
5.2	Kontinuierliche versus schrittweise Messmethodik.....	49
5.3	MRP.....	50
5.4	MSP.....	51
5.5	BVP.....	53
5.6	BVU.....	53
6	<i>Zusammenfassung</i>.....	55
7	<i>Literaturverzeichnis</i>.....	57
8	<i>Danksagung</i>.....	62
9	<i>Lebenslauf</i>.....	63

1 Einleitung und Zielsetzung

Störungen der anorektalen Funktion führen besonders in höherem Alter zu Obstipation oder anorektaler Inkontinenz. Eine Einschränkung der Lebensqualität ist häufig die Folge [4, 12, 26].

15 - 20% der Erwachsenen in der westlichen Welt leiden unter Obstipation [23, 30], bis zu 15% der Menschen in höherem Alter sind von anorektaler Inkontinenz betroffen [6, 50]. Die Dunkelziffer dürfte höher liegen, da Beschwerden aus Scham verschwiegen werden und erst auf gezieltes Nachfragen angegeben werden [34].

Mehrere Testverfahren wurden entwickelt wie anorektale Manometrie, rektale Endosonografie, Elektromyografie und Defäkografie um die Ursache einer anorektalen Funktionsstörung zu diagnostizieren und gezielte Therapien zu ermöglichen. Bezüglich der anorektalen Manometrie sind in der Literatur Daten zu alters- bzw. geschlechtsspezifischen Unterschieden widersprüchlich. Zudem differieren in der Literatur auffindbare Normwerte häufig erheblich. Zurückzuführen ist dies teilweise auf heterogene und unterschiedlich große Studienpopulationen, dass heißt zum Beispiel kleine Probandenanzahlen oder Vergleich von nur zwei Gruppen mit ausgeprägten Alters- und Geschlechtsunterschieden oder Vergleich von gesunden Probanden mit Patienten mit anorektaler Inkontinenz unterschiedlicher Genese (sogenannte Kontrollgruppe) [1, 5, 8, 10, 16, 19, 21, 47, 48].

Wenn therapeutische Konsequenzen aus der Erhebung anorektal-manometrischer Daten gezogen werden sollen, sind jedoch valide Normwerte zu fordern [35].

Ziel dieser Arbeit ist es eine große Zahl gesunder Probanden mittels anorektaler Manometrie dahingehend zu untersuchen, ob Geschlecht und Alter Einfluss auf die erhobenen Werte haben. Damit sollen für Subgruppen eigenständige und differenzierte Normwerte erstellt werden. Weiterhin sollen auch Parameter der Untersuchungstechnik und –analyse evaluiert werden, da hierzu in der Literatur unterschiedliche Methoden existieren.

2 Verzeichnis der Abbildungen, Abkürzungen und Tabellen

2.1 Abbildungen

Abbildung 1	Seite 20
Vergleich von Mittelwert und Median. Ruhedruck, kontinuierliche und schrittweise Messung.	
Abbildung 2	24
Vergleich von Mittelwert und Median. Kneifdruck, kontinuierliche und schrittweise Messung.	
Abbildung 3	30
Vergleich kontinuierliche vs. schrittweise Messung für Ruhedruck, Kneifdruck, Perzeptionsschwelle und Stuhldrangsschwelle.	
Abbildung 4	32
Unterschiede von MRP und MSP im Geschlechtervergleich (alle männlichen versus alle weiblichen Probanden)	
Abbildung 5	34
Unterschiede von BVP und BVU im Geschlechtervergleich (alle männlichen versus alle weiblichen Probanden)	
Abbildung 6	35
Regressionsanalyse Ruhedruck Mittelwert step by step für alle Frauen in Abhängigkeit des Alters	
Abbildung 7	37
Regressionsanalyse Ruhedruck Mittelwert step by step für alle Männer in Abhängigkeit des Alters	

Abbildung 8	38
Regressionsanalyse Kneifdruck Mittelwert step by step für alle Frauen in Abhängigkeit des Alters	
Abbildung 9	39
Abhängigkeit von MRP und MSP bei Frauen in den 3 Altersgruppen	
Abbildung 10	40
Regressionsanalyse Kneifdruck Mittelwert step by step für alle Männer in Abhängigkeit des Alters	
Abbildung 11	41
Abhängigkeit von MRP und MSP bei Männern in den 3 Altersgruppen	
Abbildung 12	42
Regressionsanalyse Perzeptionsschwelle Mittelwert step by step für alle Frauen in Abhängigkeit des Alters	
Abbildung 13	44
Regressionsanalyse Perzeptionsschwelle Mittelwert step by step für alle Männer in Abhängigkeit des Alters	
Abbildung 14	45
Regressionsanalyse Stuhldrangschwelle Mittelwert step by step für alle Frauen in Abhängigkeit des Alters	
Abbildung 15	46
Regressionsanalyse Stuhldrangschwelle Mittelwert step by step für alle Männer in Abhängigkeit des Alters.	

2.2 Abkürzungen

BVU	Balloon volume for urge / desire to defecate (Stuhldrangvolumen)
BVP	Balloon volume at perception threshold (Perzeptionsvolumen)
Externus	Musculus sphincter ani externus
Internus	Musculus sphincter ani internus
M.	Musculus
n	Anzahl einer bestimmten Untersuchungsgruppe (z.B. Männer, Frauen)
MRP	Mean anal resting pressure (Mittlerer Ruhedruck)
MSP	Mean squeeze pressure (Mittlerer Kneifdruck)
RAI	Rektoanaler Inhibitionsreflex
Range	Spannweite (Angabe von größtem und kleinstem Messwert)
sec	Sekunden

2.3 Tabellen

Tabelle 1

Seite 47

Normalwerttabelle mit Angaben von Mittelwert, Range sowie 5%- bzw. 95%-Perzentile für MRP, MSP, BVP und BVU.

3 Material und Methoden

3.1 Apparatur

3.1.1 Manometriegerät

Zur Messung wird ein Wasser-Perfusions-Manometriegerät der Firma Medtronic mit acht Perfusionskanälen verwendet. Mit einer elektrisch angetriebenen Pumpe (Mui Scientific) wird ein Druck im System aufgebaut, der zu einem kontinuierlichen Flow von 0,5 ml/min an den Perfusionsöffnungen führt. Als Perfusionsflüssigkeit wird luftblasenfreies Aqua ad injectabilia benutzt. An jedem der 8 Perfusionskanäle ist eine Druckmesseinheit angebracht. Diese sind über einen Analog-zu-Digital-Wandler online mit einem handelsüblichen Computer zur Aufzeichnung verbunden.

3.1.2 Katheter

Benutzt werden spezielle „Anorektalkatheter“ (Gesamtdurchmesser 4,8 mm) für die Perfusionsmanometrie mit 8 Perfusionskanälen, von denen jeder an eine Druckmesseinheit angeschlossen wird. Die distalen Öffnungen der Perfusionskanäle befinden sich wenige Zentimeter vor dem Katheterende und sind radiär versetzt angeordnet. An der Katheterspitze ist ein 4 cm großer Ballon befestigt, in den über einen separaten Kanal mittels einer 50ml-Spritze Luft zur Perzeptions- und Stuhldrangmessung insuffliert werden kann. Vor jeder Untersuchung wird das Messsystem bei angeschlossenem und perfundiertem Katheter mit Hilfe einer 2-Punkt-Druckmessung (0 und 50 mmHg) kalibriert.

3.1.3 Computerprogramm

Aufgezeichnet und ausgewertet werden die Daten mit Hilfe einer kommerziellen, aber benutzerorientiert konfigurierbaren Software (Firma Medtronic). Die Nulllinie als Basis der Messungen wird individuell auf den atmosphärischen Druck auf Höhe der Analkanalöffnung des Probanden eingestellt. Die Druckkurven in Ruhe und bei maximaler Willkürkontraktion der Analsphinkteren werden während der Messung markiert und automatisiert von der Software berechnet. Alle Berechnungen wurden am Bildschirm kontrolliert und ggf. manuell korrigiert („Artefaktelimination“).

3.2 Probanden

3.2.1 Auswahlkriterien

Vorraussetzungen zu einem Einschluss sind anamnestisch normale anorektale Funktion, vollständige Stuhlkontinenz und regelmäßiger Stuhlgang (Minimum 3x/Woche, Maximum 3x/die). Frauen mit Z.n. Dammschnitt, Dammriss oder dem Einsatz einer Zange oder Saugglocke bei zurückliegenden Geburten werden eingeschlossen, falls eine normale anorektale Funktion vorliegt. Ein Großteil der Probanden wird vor einer anstehenden koloskopischen Untersuchung rekrutiert. Dies ist möglich, da keine Beeinflussung der Untersuchungsergebnisse der anorektalen Manometrie durch Abführmaßnahmen zu erwarten ist [14]. Die Patienten durften jedoch vor der Untersuchung weder muskelrelaxierende noch sedierende Medikamente erhalten haben.

Der Grund für den übermäßigen Anteil älterer (>50 J) Probanden in dem Untersuchungsgut dürfte darin begründet liegen, dass kolorektale Erkrankungen wie Polypen, Carzinome in höherem Alter gehäuft auftreten bzw. Vorsorge- und Kontrolluntersuchungen in höherem Alter durchgeführt werden. Dies ist für unsere Studie gewollt, da anorektale Inkontinenz ebenfalls vermehrt im höheren Alter vorkommt.

3.2.2. Ausschlusskriterien

Ausgeschlossen werden Patienten mit chronisch entzündlichen Darmerkrankungen, Patienten mit Z.n. OP im Sphinkterfunktionsbereich z.B. nach Analfisteloperationen, lateralen Sphinkterotomien oder Rektumresektionen. Ebenso werden Patienten mit schweren neurologischen oder endokrinologischen Erkrankungen und damit verbundener möglicher Sphinkterdysfunktion wie beispielsweise Z.n. apoplektischem Insult, Diskusprolaps mit motorischen und/oder sensiblen Ausfallerscheinungen, Parkinson-Syndrom, dementielles Syndrom, angeborene oder erworbene neuromuskuläre Störung, schlecht eingestellter Diabetes mellitus (HbA1c > 8%) und / oder diabetische Polyneuropathie, Polyneuropathie anderer Genese, manifeste Hyperthyreose und/oder Phäochromozytom nicht eingeschlossen.

Ebenfalls ausgeschlossen werden Pat., die unter einer möglichen, sphinkterbeeinflussenden Medikation (Benzodiazepine, Muskelrelaxantien, Anticholinergika, Antidepressiva in höherer Dosierung) stehen. Auch kurz zuvor durchgeführte Untersuchungen (< 2 Stunden) mit dem Einsatz von Benzodiazepinen sind ein Ausschlusskriterium für die manometrische Funktionsuntersuchung. Frauen werden zudem nicht eingeschlossen, wenn sie anamnestisch über Änderungen der Stuhlgewohnheiten nach Dammriss, Dammschnitt oder nach Einsatz von Zange/Saugglocke nach zurückliegender Geburt berichteten. Ansonsten sind Geburten kein Ausschlusskriterium, da ein „reales“ Normalkollektiv erstellt werden soll.

3.2.3 Geschlechts- und Altersverteilung

In die Studie werden 70 weibliche und 73 männliche Probanden eingeschlossen. Dabei werden die Probanden zum Zeitpunkt der Untersuchung in 3 Altersgruppen unterteilt: ≤ 60 Jahre, 60-69 Jahre, ≥ 70 Jahre. Diese Gruppeneinteilung erfolgt, da anorektale Funktionsstörungen hauptsächlich im höheren Lebensalter auftreten.

Die Gruppe der unter 60-jährigen umfasst 24 weibliche und 27 männliche Probanden. Je 23 männliche und weibliche Probanden befinden sich in der Gruppe der 60 bis 69-jährigen. In der Gruppe der über 70-jährigen sind ebenfalls je 23 weibliche und männliche Probanden.

Somit liegt in allen Alters- und Geschlechtsgruppen ein vergleichbares Verhältnis mit jeweils über 20 Probanden in jeder der Subgruppen vor, mit der Möglichkeit statistisch aussagekräftige Daten zu erhalten.

3.3 Durchführung und Auswertung

3.3.1 Ruhedruck kontinuierlich

Nach Einführen des distalen Katheterendes über den Anus bis proximal der anorektalen Hochdruckzone (mindestens 6 cm) wird der Katheter langsam und kontinuierlich zurückgezogen. Der Proband soll dabei entspannen um reflektorische Tonuserhöhungen des M. sphinkter ani externus (Externus) zu vermeiden. Dabei zeigt sich graphisch bei Durchzug durch den Analkanal ein Anstieg der Druckkurve vom Rektumdruck (ca. 4-6 mmHg) auf den maximalen Ruhedruck im distalen Analkanal mit schließlich raschem Abfall auf den atmosphärischen Druck beim kompletten Herausziehen des Katheters. Die Messung erfolgt dreimalig, zur Messung wird die Ruhedruckkurve mit den niedrigsten Druckwerten (beste Entspannung) herangezogen.

Zur Auswertung wird in jeder der 8 Einzeldruckkurven durch die Computersoftware der maximale Ruhedruck bestimmt, indem im höchsten Plateau die Druckmessung vorgenommen wird. Die korrekte Bestimmung wird am Bildschirm kontrolliert und notfalls korrigiert. Aus den 8 Einzelwerten werden anschließend der Median und Mittelwert berechnet, die den Ruhedruck des Analkanals darstellen.

3.3.2 Ruhedruck schrittweise

Die Druckmessung erfolgt im Gegensatz zur kontinuierlichen Ruhedruckmessung durch schrittweises Zurückziehen des Katheters durch die anorektale Hochdruckzone. Dabei wird die Aufzeichnung bei 6 cm ab ano - proximal der anorektalen Hochdruckzone - begonnen, der Katheter um jeweils 1 cm zurück-

gezogen, bis der Katheter komplett aus dem Analkanal gezogen ist. Auf jeder Stufe wird abgewartet (mindestens 15 Sekunden), bis ein stabiles Druckplateau erreicht ist (= maximale Entspannung).

Auf jeder Stufe wurde computergestützt der Ruhedruck in den 8 Kanälen bestimmt und Median und Mittelwert der Einzelmessungen berechnet. Als Ruhedruck wird der höchste (mediane/mittlere) Stufenwert verwendet.

3.3.3 Kneifdruck kontinuierlich

Für die Kneifdruckmessung wird das distale Katheterende erneut bis ins Rektum eingeführt. Wie in 3.3.1 wird das Katheterende nach Einführen kontinuierlich zurückgezogen. Allerdings soll der Proband nun den Schließmuskel, d.h. den Externus, maximal kontrahieren. Im Kurvenverlauf stellt sich der Kneifdruck als steiler Anstieg und rascher Druckabfall bei Durchzug durch den Analkanal dar. Die kontinuierliche Kneifdruckregistrierung erfolgt dreimal hintereinander.

In jedem Kanal wird der Maximaldruck beim Kneifen bestimmt. Aus den 8 radiären Einzelwerten wird wiederum der mediane und mittlere maximale Kneifdruck des Analkanals berechnet. Von den 3 Bestimmungen des kontinuierlichen Kneifdruckes wird der höchste Wert verwendet, da hier von der maximal möglichen Externusanspannung ausgegangen werden kann.

3.3.4 Kneifdruck schrittweise

Im Gegensatz zur kontinuierlichen Zwickdruckmessung wird der Katheter stufenweise in 1 cm-Schritten zurückgezogen. Mit der Aufzeichnung wird bei 6 cm ab ano, also proximal der Hochdruckzone begonnen, der Proband wird auf jeder Stufe zur maximalen (Willkür-)Kontraktion des Schließmuskels aufgefordert.

Analog zu 3.4.2 werden auf jeder Stufe der mediane und mittlere zirkuläre Kneifdruck aus den 8 Einzelmesspunkten berechnet. Der höchste Wert von allen diesen Messungen stellt den maximalen Kneifdruck des Analkanals dar.

3.3.5 Perzeptionsschwelle kontinuierlich

Zur Bestimmung der Perzeptionsschwelle wird der am Katheterende befestigte Ballon, unter visueller Kontrolle der Druckkurven, proximal der anorektalen Hochdruckzone im Rektum platziert. Über eine mit dem Ballon in Verbindung stehende 50ml-Spritze wird nun langsam (ca. 10 ml/sek) Luft durch den Untersucher in den Ballon insuffliert. Die insufflierte Luftmenge steigt daher bei diesem Versuchsaufbau kontinuierlich an. Dabei wird der Proband instruiert, unmittelbar bei Wahrnehmung des sich füllenden Ballons ein Signal zu geben. Das zu diesem Zeitpunkt insufflierte Luftvolumen stellt die Perzeptionsschwelle dar. Die Bestimmung der Perzeptionsschwelle erfolgt mehrfach.

Das niedrigste vom Probanden perzeptierte Ballonvolumen bei kontinuierlicher Ballonfüllung ist die Perzeptionsschwelle „kontinuierlich“ in ml.

3.3.6 Perzeptionsschwelle schrittweise

Hierbei wird der im Rektum liegende Ballon nicht wie in 3.3.5 kontinuierlich über die Spritze gefüllt, sondern in 5 ml-Schritten. Die Füllung des Ballons erfolgt dabei rasch (maximal mögliche Geschwindigkeit). Zudem wird der Ballon nach jedem Füllen zunächst komplett entleert, bevor er im nächsten Schritt mit dem um 5 ml größeren Volumen erneut aufgeblasen wird.

Bei der raschen stufenweisen Füllung des Ballons in 5ml-Schritten stellt ebenfalls das kleinste Volumen in ml die Perzeptionsschwelle „schrittweise“ dar.

3.3.7 Drangschwelle kontinuierlich

Die Messung der Drangschwelle findet ebenfalls bei im Rektum liegendem Ballon statt. Über eine 50ml-Spritze wird der Ballon kontinuierlich mit ca 10 ml/sek über die Perzeptionsschwelle hinaus mit Luft gefüllt. Die Luftinsufflation erfolgt bis bei dem Probanden ein Defäkationsreiz ausgelöst wird, der Proband also das Gefühl hat „auf die Toilette zu müssen“. Auch die Bestimmung der Stuhltrangschwelle wird mehrfach durchgeführt.

Die Drangschwelle ist das kleinste Ballonvolumen in ml, das durch kontinuierliche Luftinsufflation bei dem Probanden einen Defäkationsstimulus auslöst.

3.3.8 Drangschwelle schrittweise

Analog zu 3.3.6 wird der Ballon bei diesem Versuchsaufbau stufenweise in 5ml-Schritten rasch gefüllt. Nach jeder Füllung erfolgt ein komplettes Ablassen der Luft und erneuter Füllung mit einem um 5ml höherem Volumen. Beendet wird die Luftinsufflation sobald der gefüllte Ballon bei dem Probanden einen Defäkationsreiz auslöst. Die Bestimmung der Drangschwelle mittels der schrittweisen raschen Ballonfüllung wird wiederum mehrmals wiederholt.

Entsprechend ist die Drangschwelle „schrittweise“ das kleinste Ballonvolumen in ml, welches nach rascher stufenweiser Luftinsufflation bei dem Probanden einen Defäkationsstimulus auslöst.

3.4 Analyse

Zur Analyse der erhobenen Daten wird das statistische Datenverarbeitungsprogramm SPSS (Version 12; Betriebssystem Windows) verwendet. Das Programm ermöglicht die Berechnung normierter Daten wie Median, Mittelwert, Streubreite und 5%- bzw. 95%-Perzentile sowie graphischer Darstellung als „box plots“.

Zum Vergleich gepaarter Daten wird der Wilcoxon-Test bzw. der Zweistichproben t-Test bei Gruppen unter der Annahme gleicher Varianzen herangezogen. Bei Vergleich von mehr als 2 Gruppen wird der Kruskal-Wallis-Test verwendet. Für den Gruppenvergleich der U-Test, da keine Normalverteilung der Messparameter vorliegt. Dabei wird eine Wahrscheinlichkeit von $p < 0,05$ als statistisch signifikant gewertet.

3.4.1 Vergleich Median versus Mittelwert

Zunächst wird analysiert, ob die Messparameter normalverteilt sind. Da keine Normalverteilung vorliegt, erfolgt der Vergleich Median versus Mittelwert mittels Wilcoxon-Test für Paardifferenzen. In der Literatur wird bei der Erstellung von Normalwerten bzw. bei Erstellung von alters- und geschlechtsabhängigen Vergleichen in der Regel der Mittelwert verwendet. Da die Patientenkollektive und somit die Messwerte nicht der Gauss'schen Normalverteilung unterliegen, ist statistisch korrekt der Median zu verwenden. Ob sich hieraus relevante Unterschiede ergeben, wird in folgender Studie für das gesamte Kollektiv untersucht. Vergleichen werden Median und Mittelwert für die Parameter Ruhedruck kontinuierlich (mean resting pressure = MRP), Ruhedruck schrittweise (MRP step), Kneifdruck kontinuierlich (mean squeeze pressure = MSP) und Kneifdruck schrittweise (MSP step).

3.4.2 Vergleich kontinuierlich versus schrittweise

Weil die kontinuierliche Messmethode sehr untersucherabhängig ist (Geschwindigkeit des Katheterrückzuges aus dem Analkanal, individuelle Bewertung von „artifiziellen“ Druckspitzen), besteht die Gefahr bei unsachgemäßer Anwendung (z. B. zu schneller Durchzug) einen durch reflektorische Kontraktion des M. sphinkter ani externus falsch hohen Druck anzuzeigen. Da dies sowohl für den Ruhedruck als auch für den Kneifdruck gilt, wird im folgenden geprüft, ob sich Unterschiede in der schrittweisen versus der kontinuierlichen Ruhe- bzw. Kneifdruckmessung zeigen.

Trotz oben erwähnter statistischer Bedenken wird bei dem Vergleich „kontinuierlich“ versus „schrittweise“ für MRP bzw. MSP der Mittelwert und nicht der Median verwendet, da dieser in der Regel in der Literatur verwendet wird. Neben den Druckwerten im Analkanal werden auch die Ballonvolumina bei Perzeption (BVP und BVP step) und bei Stuhldrang (Ballonvolumina bei Urge = BVU und BVU step) bei kontinuierlicher Luftinsufflation verglichen. Hierfür wird bei jeweils zwei verbundenen Stichproben und Nicht-Normalverteilung wiederum der Wilcoxon-Test verwendet.

3.4.3 Geschlechtsabhängigkeit der Messergebnisse

Alle Messergebnisse wurden bezüglich Geschlechtsabhängigkeit der 70 weiblichen und 73 männlichen Probanden untersucht.

Hierbei wird auf Unterschiede zwischen Männern und Frauen in Hinblick auf Drücke und Perzeptions- bzw. Drangvolumina in allen 4 Altersgruppen (Alle, < 60 Jahre, 60-69 Jahre, ≥ 70 Jahre) analysiert. Hierfür wird der U-Test nach Mann, Whitney und Wilcoxon bei 2 unverbundenen Stichproben verwendet.

3.4.4 Altersabhängigkeit der Messergebnisse

Alle Messergebnisse werden ebenfalls bezüglich Altersabhängigkeit der 70 weiblichen und 73 männlichen Probanden untersucht, z.B. ob zunehmendes Alter Einfluss auf Drücke bzw. Perzeptions- und Drangvolumina nimmt. Zur Auswertung der Altersabhängigkeit wird der Kruskal-Wallis-Test verwendet, da unsere Probanden in 3 Altersgruppen (< 60 Jahre, 60 – 69 Jahre, ≥ 70 Jahre) eingeteilt werden und dies somit für den Vergleich von mehr als 2 Gruppen der statistisch korrekte heranzuziehende Wert ist. Zudem wurden mittels Microsofts Excel Software-Analyse Regressionsstatistiken durchgeführt.

4. Ergebnisse

Der komplette Datensatz umfasst 143 Probanden; jedoch bestehen in den Auswertungen der einzelnen Parameter geringe Differenzen der Probandenanzahl N (z.B. zwischen Ruhedruck Median und Ruhedruck Mittelwert). Dies ist auf ein vereinzelt Fehlen von Einzelwerten während eines Untersuchungsganges z.B. durch Artefakte, Gerätedefekte oder Wunsch der Probanden zurückzuführen.

4.1 Vergleich Median versus Mittelwert

4.1.1 Ruhedruck

4.1.1.1 Kontinuierlicher Ruhedruck; alle Probanden

	N	Mittel	Standard- abweichung	Minimum	Maximum	Perzentile/Median 50. (Median)
Ruhedruck Mittelwert	143	67.01	22.699	17	142	65.00
Ruhedruck Median	126	65.44	22.177	17	141	64.00

N = Anzahl der Probanden, Mittel = Mittelwert der Drücke in mmHg, Minimum = minimale Druckwerte in mmHg, Maximum = maximale Druckwerte in mmHg, Perzentile = Perzentile in mmHg bei 50% des Gesamtspektrums = Median.

Wilcoxon Test

	Ruhedruck Median - Ruhedruck Mittelwert
Asymp. Sig. (2-tailed)	.604

Bezüglich des Vergleichs des Medians und des Mittelwertes des mittels kontinuierlichem Rückzug ermittelten Ruhedrucks zeigen sich keine signifikanten Unterschiede unter Berücksichtigung der Messdaten aller Probanden.

4.1.1.2 Ruhedruck schrittweise; alle Probanden

	N	Mittel	Standard- abweichung	Minimum	Maximum	Perzentile/Median 50. (Median)
Ruhedruck schrittweise Mittelwert	125	71.62	24.401	25	159	70.00
Ruhedruck schrittweise Median	125	70.82	24.678	18	158	69.00

Wilcoxon Test

	Ruhedruck schrittweise Median - Ruhedruck schrittweise Mittelwert
Asymp. Sig. (2-tailed)	.004

Für den durch schrittweisen Rückzug ermittelten Ruhedruck zeigt sich ein signifikanter Unterschied zwischen Median und Mittelwert bei Vergleich aller Messdaten.

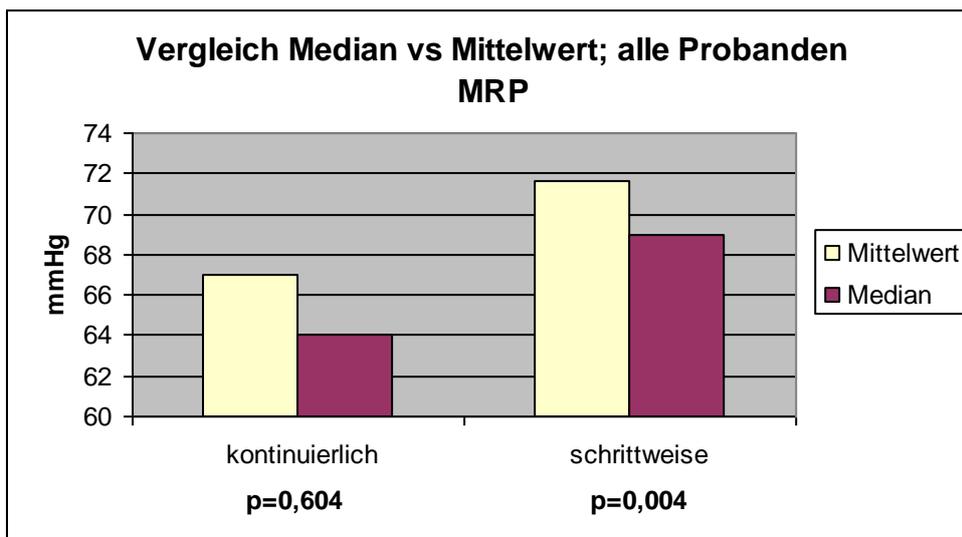


Abbildung 1:

Vergleich von Median und Mittelwert. Ruhedruck, kontinuierliche und schrittweise Messung.

4.1.1.3 Kontinuierlicher Ruhedruck; alle Frauen

	N	Mittel	Standard- abweichung	Minimum	Maximum	Perzentile/Median 50. (Median)
Ruhedruck Mittelwert	70	66.17	25.040	17	126	64.00
Ruhedruck Median	56	61.91	24.372	17	130	59.50

Wilcoxon Test

	Ruhedruck Median - Ruhedruck Mittelwert
Asymp. Sig. (2-tailed)	.294

Bezüglich des Vergleichs des Medians und des Mittelwertes des mittels kontinuierlichem Rückzug ermittelten Ruhedrucks zeigen sich keine signifikanten Unterschiede unter Berücksichtigung der Messdaten bei den weiblichen Probandinnen.

4.1.1.4 Ruhedruck schrittweise; alle Frauen

	N	Mittel	Standard- abweichung	Minimum	Maximum	Perzentile/Median 50. (Median)
Ruhedruck schrittweise Mittelwert	56	67.27	25.483	27	149	65.50
Ruhedruck schrittweise Median	56	66.20	26.339	18	148	65.00

Wilcoxon Test

	Ruhedruck schrittweise Median - Ruhedruck schrittweise Mittelwert
Asymp. Sig. (2-tailed)	.036

Für den durch schrittweisen Rückzug ermittelten Ruhedruck zeigt sich ein signifikanter Unterschied zwischen Median und Mittelwert bei bei den weiblichen Probandinnen.

4.1.1.5 Kontinuierlicher Ruhedruck; alle Männer

	N	Mittel	Standard- abweichung	Minimum	Maximum	Perzentile/Median 50. (Median)
Ruhedruck Mittelwert	73	67.81	20.347	30	142	67.00
Ruhedruck Median	70	68.26	19.984	29	141	66.50

Wilcoxon Test

	Ruhedruck Median - Ruhedruck Mittelwert
Asymp. Sig. (2-tailed)	.060

Bezüglich des Vergleichs des Medians und des Mittelwertes des mittels kontinuierlichem Rückzug ermittelten Ruhedrucks zeigen sich keine signifikanten Unterschiede unter Berücksichtigung der Messdaten bei den männlichen Probanden.

4.1.1.6 Ruhedruck schrittweise; alle Männer

	N	Mittel	Standard- abweichung	Minimum	Maximum	Perzentile/Median 50. (Median)
Ruhedruck schrittweise Mittelwert	69	75.14	23.072	25	159	73.00
Ruhedruck schrittweise Median	69	74.57	22.750	25	158	73.00

Wilcoxon Test

	Ruhedruck schrittweise Median - Ruhedruck schrittweise Mittelwert
Asymp. Sig. (2-tailed)	.039

Für den durch schrittweisen Rückzug ermittelten Ruhedruck zeigt sich ein signifikanter Unterschied zwischen Median und Mittelwert bei den männlichen Probanden.

4.1.2 Kneifdruck

4.1.2.1 Kontinuierlicher Kneifdruck; alle Probanden

	N	Mittel	Standard- abweichung	Minimum	Maximum	Percentiles 50th (Median)
Kneifdruck Mittelwert	143	185.78	72.227	64	418	181.00
Kneifdruck Median	126	178.13	67.002	61	418	171.00

Wilcoxon Test

	Zwickdruck Median - Zwickdruck Mittelwert
Asymp. Sig. (2-tailed)	.031

Bezüglich des Vergleichs des Medians und des Mittelwertes des mittels kontinuierlichem Rückzug ermittelten Kneifdruckes zeigen sich geringe aber signifikante Unterschiede unter Berücksichtigung der Messdaten aller Probanden.

4.1.2.2 Kneifdruck schrittweise; alle Probanden

	N	Mittel	Standard- abweichung	Minimum	Maximum	50th (Median)
Zwickdruck schrittweise Mittelwert	122	194.16	75.816	43	468	190.50
Zwickdruck schrittweise Median	122	191.75	76.197	41	466	181.00

Wilcoxon Test

	Zwickdruck schrittweise Median - Zwickdruck schrittweise Mittelwert
Asymp. Sig. (2-tailed)	.119

Im Vergleich des schrittweisen Kneifdruckes bei allen Probanden zeigen sich keine signifikanten Unterschiede zwischen Median und Mittelwert.

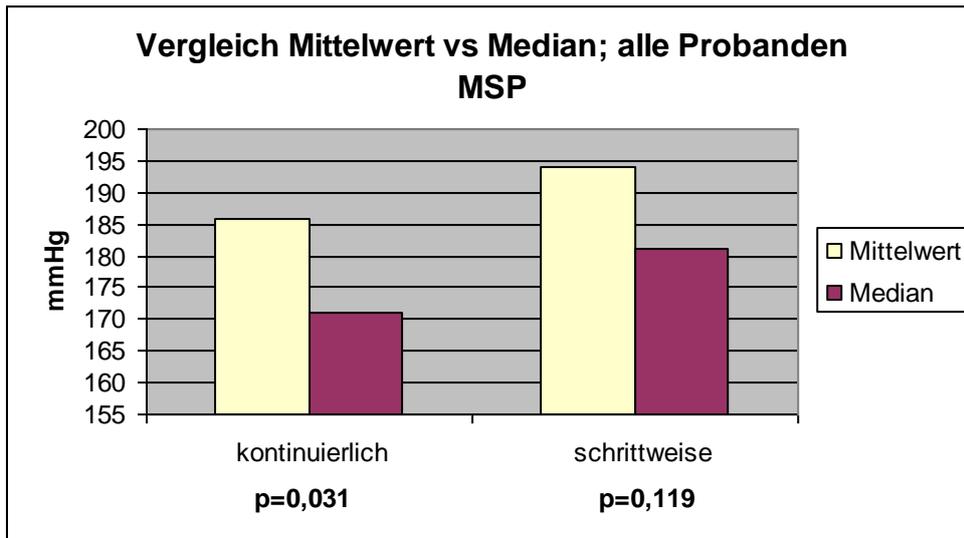


Abbildung 2:

Vergleich von Mittelwert und Median. Kneifdruck, kontinuierliche und schrittweise Messung.

4.1.2.3 Kontinuierlicher Kneifdruck; alle Frauen

	N	Mittel	Standard- abweichung	Minimum	Maximum	Percentiles 50th (Median)
Zwickdruck Mittelwert	70	168.93	72.079	64	418	151.00
Zwickdruck Median	56	150.55	54.819	61	283	140.00

Wilcoxon Test

	Zwickdruck Median - Zwickdruck Mittelwert
Asymp. Sig. (2-tailed)	.039

Bei der kontinuierlichen Kneifdruckmessung aller Frauen zeigt sich ein signifikanter Unterschied zwischen Median und Mittelwert im Vergleich.

4.1.2.4 Kneifdruck schrittweise; alle Frauen

	N	Mittel	Standard- abweichung	Minimum	Maximum	Percentiles 50th (Median)
Zwickdruck schrittweise Mittelwert	54	152.96	55.008	43	363	145.50
Zwickdruck schrittweise Median	54	147.74	51.996	41	344	144.50

Wilcoxon Test

	Zwickdruck schrittweise Median - Zwickdruck schrittweise Mittelwert
Asymp. Sig. (2-tailed)	.019

Auch bei der schrittweisen Kneifdruckmessung aller Frauen ergibt sich ein signifikanter Unterschied zwischen Median und Mittelwert.

4.1.2.5 Kontinuierlicher Kneifdruck; alle Männer

	N	Mittel	Standard- abweichung	Minimum	Maximum	Percentiles 50th (Median)
Zwickdruck Mittelwert	73	201.93	69.059	69	413	201.00
Zwickdruck Median	70	200.19	68.019	71	418	198.00

Wilcoxon Test

	Zwickdruck Median - Zwickdruck Mittelwert
Asymp. Sig. (2-tailed)	.368

Bei der Untersuchung des kontinuierlichen Kneifdruckes aller Männer zeigen sich keine signifikanten Unterschiede zwischen Median und Mittelwert.

4.1.2.6 Kneifdruck schrittweise; alle Männer

	N	Mean	Std. Deviation	Minimum	Maximum	Percentiles 50th (Median)
Zwickdruck step by step Mittelwert	68	226.87	74.388	75	468	216.00
Zwickdruck step by step Median	68	226.69	74.475	75	466	212.00

Wilcoxon Test

	Zwickdruck schrittweise Median - Zwickdruck schrittweise Mittelwert
Asymp. Sig. (2-tailed)	.883

Im Vergleich der schrittweisen Kneifdruckmessung aller Männer ergeben sich keine statistisch relevanten Unterschiede zwischen Median und Mittelwert.

4.2 Vergleich kontinuierlich versus schrittweise

4.2.1 Ruhedruck

4.2.1.1 Ruhedruck kontinuierlich versus schrittweise Median; alle Probanden

	N	Mittel	Standard- abweichung	Minimum	Maximum	Perzentile/Median 50. (Median)
Ruhedr. Med.	126	65.44	22.177	17	141	64.00
Ruhedr. schrittweise Med.	125	70.82	24.678	18	158	69.00

Wilcoxon Test

	Ruhedr. schrittweise Med. - Ruhedr. Med.
Asymp. Sig. (2-tailed)	.002

Der durch kontinuierlichen Rückzug bestimmte Ruhedruck ist signifikant niedriger als der Ruhedruck bei schrittweisem Rückzug

4.2.1.2 Ruhedruck kontinuierlich versus schrittweise Mittelwert; alle Probanden

	N	Mittel	Standard- abweichung	Minimum	Maximum	Perzentile/Media n 50. (Median)
Ruhedr. Mit.	143	67.01	22.699	17	142	65.00
Ruhedr. schrittweise Mit.	125	71.62	24.401	25	159	70.00

Wilcoxon Test

	Ruhedr. schrittweise Mit. - Ruhedr. Mit.
Asymp. Sig. (2-tailed)	.000

Vergleichbar zur Angabe des Ruhedrucks als Median der circular angeordneten Messpunkte zeigt sich auch für die Angabe des Ruhedrucks als Mittelwert der circularen Einzelmesswerte ein signifikant niedrigerer Ruhedruck bei kontinuierlichem Durchzug im Vergleich zum schrittweisen Rückzug.

4.2.2 Kneifdruck

4.2.2.1 Kneifdruck kontinuierlich versus schrittweise Median; alle Probanden

	N	Mean	Std. Deviation	Minimum	Maximum	Percentiles
						50th (Median)
Zwickdr. Med.	126	178.13	67.002	61	418	171.00
Zwickdr. sbs Med.	122	191.75	76.197	41	466	181.00

Wilcoxon Test

	Zwickdr. sbs Med. - Zwickdr. Med.
Asymp. Sig. (2-tailed)	.009

Der durch kontinuierlichen Rückzug bestimmte Kneifdruck ist signifikant niedriger als der Kneifdruck bei schrittweisem Rückzug

4.2.2.2 Kneifdruck kontinuierlich versus schrittweise Mittelwert; alle Probanden

	N	Mean	Std. Deviation	Minimum	Maximum	Percentiles
						50th (Median)
Zwickdr. Mit.	143	185.78	72.227	64	418	181.00
Zwickdr. sbs Mit.	122	194.16	75.816	43	468	190.50

Wilcoxon Test

	Zwickdr. sbs Mit. - Zwickdr. Mit.
Asymp. Sig. (2-tailed)	.004

Analog zu den Ergebnissen bei Heranziehung des Medians zeigt auch der Mittelwert einen signifikant niedrigeren Kneifdruck bei kontinuierlichem Rückzug im Vergleich zur schrittweisen Methode.

4.2.3 Perzeptionsschwelle

4.2.3.1 Perzeptionsschwelle kontinuierlich versus schrittweise; alle Probanden

	N	Mean	Std. Deviation	Minimum	Maximum	Percentiles
						50th (Median)
Perz.Schw. kont.	143	38.60	20.516	10	100	35.00
Perz.Schw. sbs	124	36.01	21.040	10	100	30.00

Wilcoxon Test

	Perz.Schw. sbs - Perz.Schw. kont.
Asymp. Sig. (2-tailed)	.000

Für die schrittweise Balloninsufflation zur Messung der Perzeptionsschwelle zeigen sich signifikant niedrigere Werte im Vergleich zur kontinuierlichen Ballonfüllung (Mittelwert).

4.2.4 Stuhldrangschwelle

4.2.4.1 Stuhldrangschwelle kontinuierlich versus schrittweise; alle Probanden

	N	Mean	Std. Deviation	Minimum	Maximum	Percentiles
						50th (Median)
Stuhld.Schw. kont.	140	107.07	33.651	45	200	100.00
Stuhld.Schw.sbs	124	106.17	36.471	35	200	95.00

Wilcoxon Test

	Stuhld.Sch w.sbs - Stuhld.Sch w. kont.
Asymp. Sig. (2-tailed)	.004

Analog zu 4.2.3.1 zeigen sich auch bei der Feststellung der Stuhldrangschwelle niedrigere Werte bei der stufenweisen Ballonfüllung im Vergleich zur kontinuierlichen Ballonfüllung (Mittelwert).

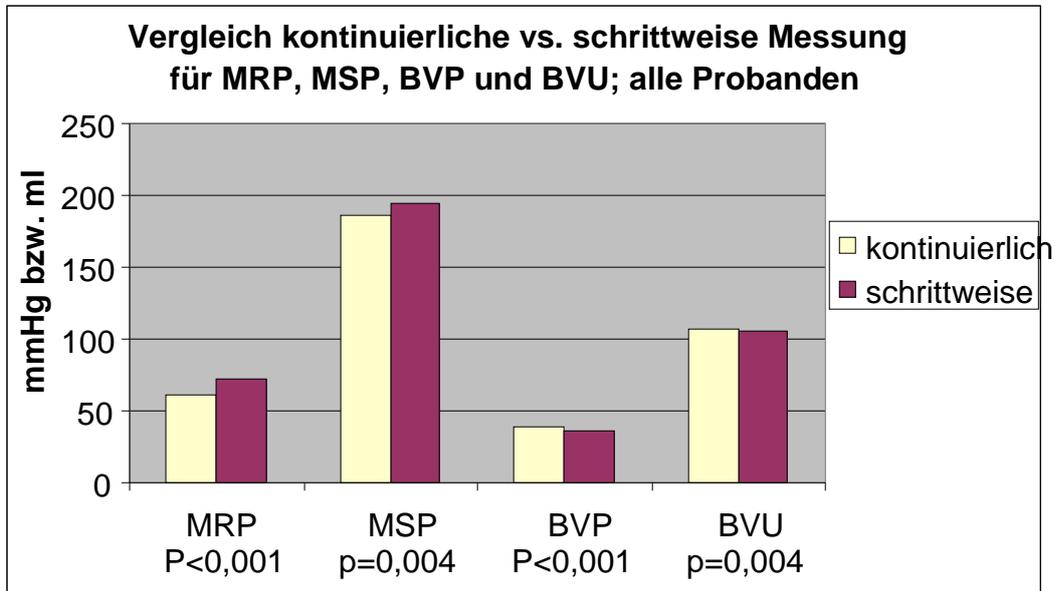


Abbildung 3:

Vergleich kontinuierliche vs. schrittweise Messung für Ruhedruck, Kneifdruck, Perzeptionsschwelle und Stuhldrangschwelle.

4.3 Geschlechtsabhängigkeit der Messergebnisse

Verglichen wird jeweils der Mittelwert der circulären Druckmessung bei schrittweisem Rückzug bzw. die sensorischen Schwellen bei schrittweiser Luftinsufflation

4.3.1 Geschlechtsabhängigkeit des Ruhedruckes

Geschlecht		Ruhedruck schrittweise Mittelwert
männlich	Mittel	75.14
	Std. Deviation	23.072
	N	69
weiblich	Mittel	67.27
	Std. Abweichung	25.483
	N	56

Mann-Whitney Test

	Ruhedruck schrittweise Mittelwert
Mann-Whitney U	1519.500
Wilcoxon W	3115.500
Asymp. Sig. (2-tailed)	.041

Für den Ruhedruck zeigen sich bei den männlichen Probanden signifikant höhere Werte als bei den weiblichen.

4.3.2 Geschlechtsabhängigkeit des Kneifdruckes

Geschlecht		Kneifdruck schrittweise Mittelwert
männlich	Mittel	226.87
	Std. Deviation	74.388
	N	68
weiblich	Mittel	152.96
	Std. Abweichung	55.008
	N	54

Mann-Whitney Test

	Kneifdruck schrittweise Mittelwert
Mann-Whitney U	724.000
Wilcoxon W	2209.000
Asymp. Sig. (2-tailed)	.000

Es zeigt sich ein signifikant höherer Kneifdruck bei den männlichen Probanden.

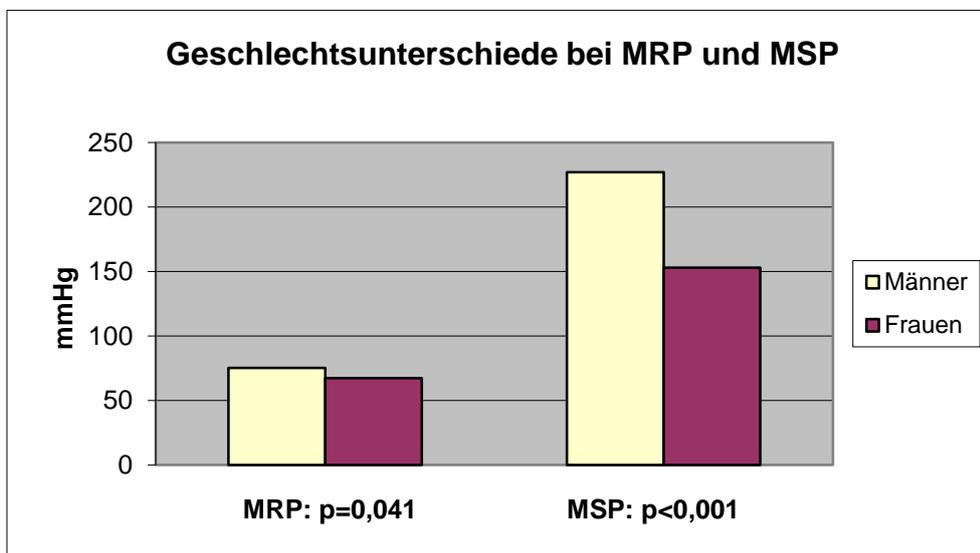


Abbildung 4:

Unterschiede von MRP und MSP im Geschlechtervergleich (alle männlichen versus alle weiblichen Probanden)

4.3.3 Geschlechtsabhängigkeit der Perzeptionsschwelle

Geschlecht		Perzeptionsschwelle schrittweise
männlich	Mittel	36.07
	Std. Deviation	19.998
	N	70
weiblich	Mittel	35.93
	Std. Abweichung	22.509
	N	54

Mann-Whitney Test

	Perzeptionsschwelle schrittweise
Mann-Whitney U	1804.500
Wilcoxon W	3289.500
Asymp. Sig. (2-tailed)	.664

Es zeigen sich keine Unterschiede bei der Perzeptionsschwelle zwischen männlichen und weiblichen Probanden.

4.3.4 Geschlechtsabhängigkeit der Stuhldrangschwelle

Geschlecht		Stuhldrangschwelle schrittweise
männlich	Mittel	115.43
	Std. Deviation	34.544
	N	70
weiblich	Mittel	94.17
	Std. Abweichung	35.684
	N	54

Mann-Whitney Test

	Stuhldrangschwelle schrittweise
Mann-Whitney U	1147.500
Wilcoxon W	2632.500
Asymp. Sig. (2-tailed)	.000

Bei den weiblichen Probandinnen zeigt sich eine signifikant niedrigere Stuhldrangschwelle.

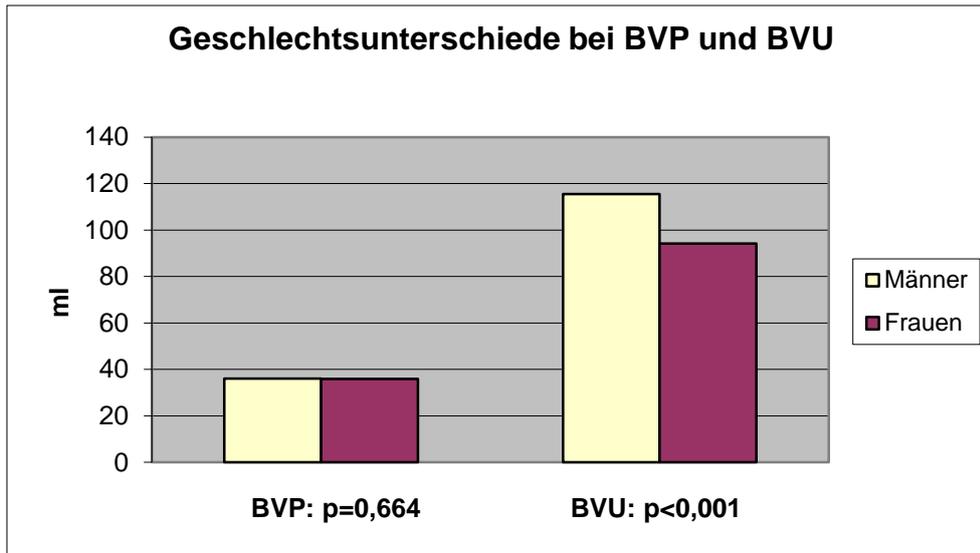


Abbildung 5:

Unterschiede von BVP und BVU im Geschlechtervergleich (alle männlichen versus alle weiblichen Probanden).

4.4 Altersabhängigkeit der Messergebnisse

4.4.1 Altersabhängigkeit der Messergebnisse beim Ruhedruck

4.4.1.1 Frauen

Alter		Ruhedruck step by step Mittelwert
< 60	Mean	81.38
	Std. Deviation	27.563
	N	16
	60-69	Mean
60-69	Std. Deviation	21.180
	N	18
	>=70	Mean
Total	Std. Deviation	19.817
	N	22
	Mean	67.27
	Std. Deviation	25.483
	N	56

Chi-Square Test

	Ruhedruck step by step Mittelwert
Chi-Square	14.154
df	2
Asymp. Sig.	.001

Es zeigt sich ein signifikanter Abfall des Ruhedruckes bei Frauen mit steigendem Alter.

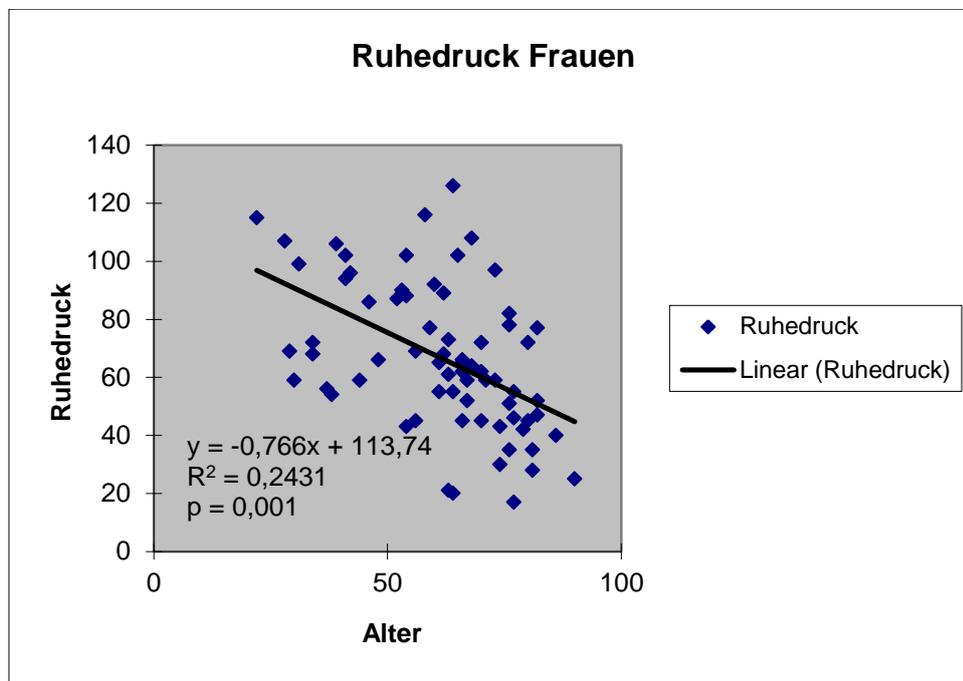


Abbildung 6:

Regressionsanalyse Ruhedruck Mittelwert step by step für alle Frauen in Abhängigkeit des Alters.

4.4.1.2 Männer

Alter		Ruhedruck step by step Mittelwert
< 60	Mean	84.60
	Std. Deviation	24.040
	N	25
60-69	Mean	70.77
	Std. Deviation	20.415
	N	22
≥70	Mean	68.77
	Std. Deviation	21.850
	N	22
Total	Mean	75.14
	Std. Deviation	23.072
	N	69

Chi-Square Test

	Ruhedruck step by step Mittelwert
Chi-Square	6.221
df	2
Asymp. Sig.	.045

Im Vergleich zu den weiblichen Probandinnen in 4.4.1.1. zeigt sich bei den Männern ein zwar geringerer, aber noch statistisch signifikanter Abfall des Ruhedruckes mit steigendem Alter.

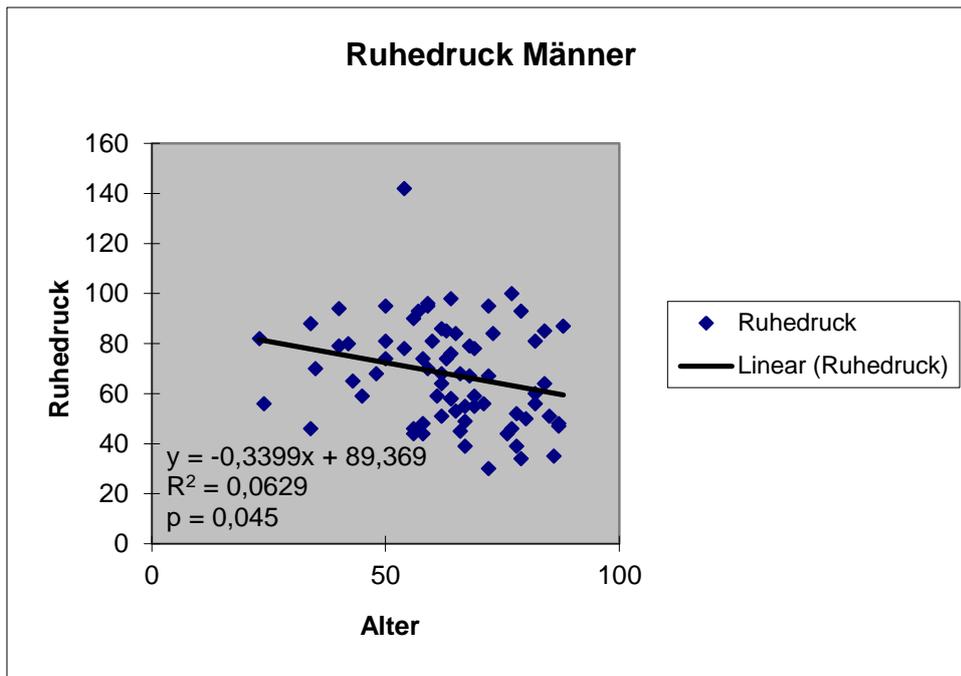


Abbildung 7:

Regressionsanalyse Ruhedruck Mittelwert step by step für alle Männer in Abhängigkeit des Alters.

4.4.2 Altersabhängigkeit der Messergebnisse beim Kneifdruck

4.4.2.1 Frauen

Alter		Zwickdruck step by step Mittelwert	
< 60	Mean	175.50	
	Std. Deviation	70.143	
	N	16	
	60-69	Mean	157.39
60-69	Std. Deviation	42.297	
	N	18	
	>=70	Mean	130.95
>=70	Std. Deviation	44.715	
	N	20	
	Total	Mean	152.96
	Total	Std. Deviation	55.008
N		54	

Chi-Square Test

	Zwickdruck step by step Mittelwert
Chi-Square	6.385
df	2
Asymp. Sig.	.041

Die Kneifdrücke in den 3 Altersgruppen der Frauen fallen mit steigendem Alter statistisch signifikant ab.

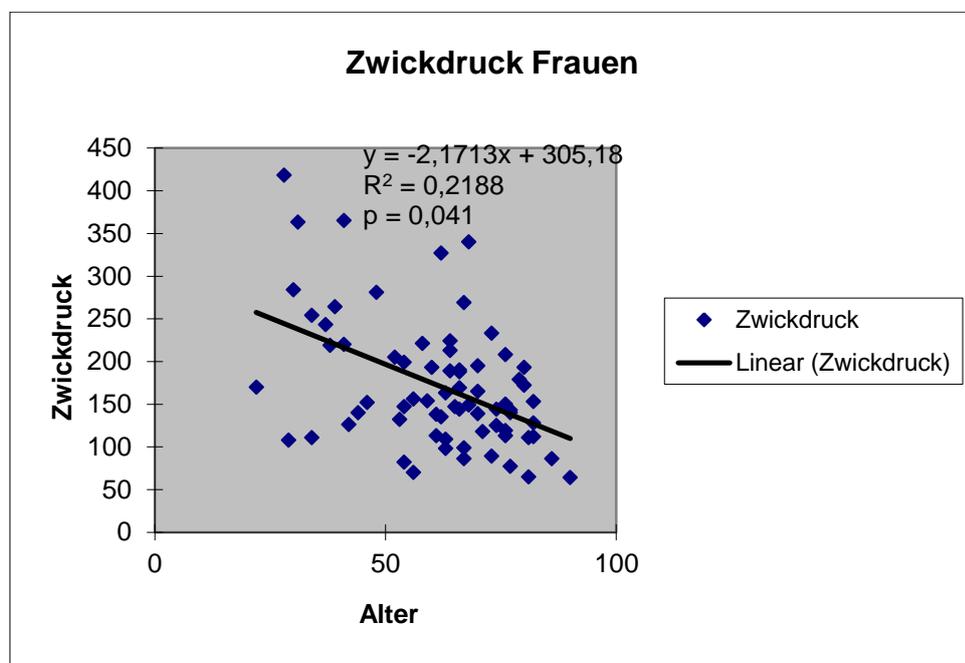


Abbildung 8:

Regressionsanalyse Kneifdruck Mittelwert step by step für alle Frauen in Abhängigkeit des Alters.

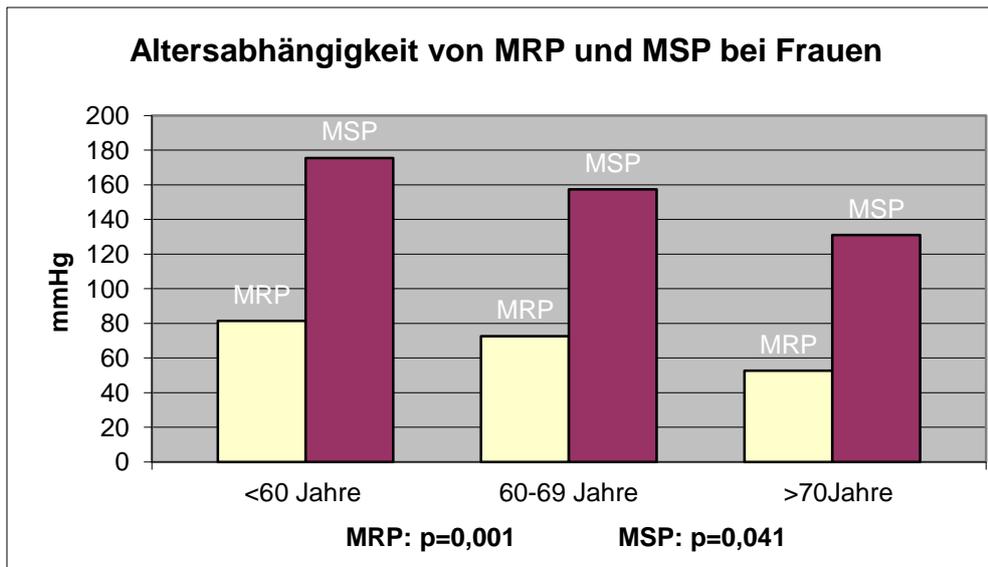


Abbildung 9:

Abhängigkeit von MRP und MSP bei Frauen in den 3 Altersgruppen.

4.4.2.2 Männer

Alter		Zwickdruck step by step Mittelwert	
< 60	Mean	256.00	
	Std. Deviation	92.415	
	N	25	
	60-69	Mean	225.50
60-69	Std. Deviation	63.573	
	N	22	
	>=70	Mean	193.62
	>=70	Std. Deviation	42.683
N		21	
Total		Mean	226.87
Total		Std. Deviation	74.388
	N	68	

Chi-Square Test

	Zwickdruck step by step Mittelwert
Chi-Square	7.992
df	2
Asymp. Sig.	.018

Wie bereits bei den Frauen in 4.4.2.1 kommt es auch bei den Männern zu einem signifikanten Abfall des Kneifdruckes mit steigendem Lebensalter.

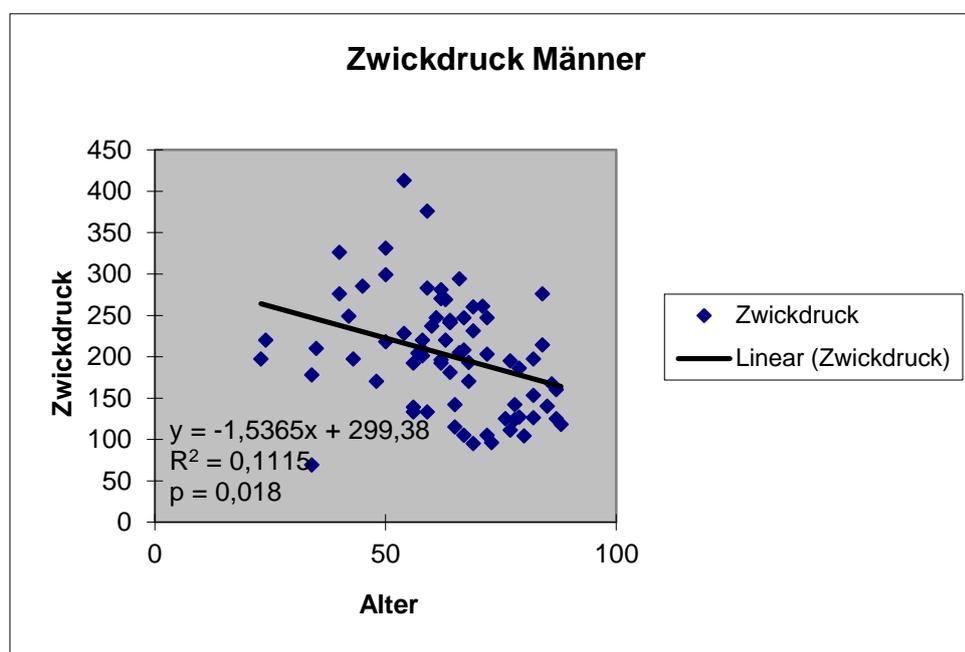


Abbildung 10:

Regressionsanalyse Kneifdruck Mittelwert step by step für alle Männer in Abhängigkeit des Alters.

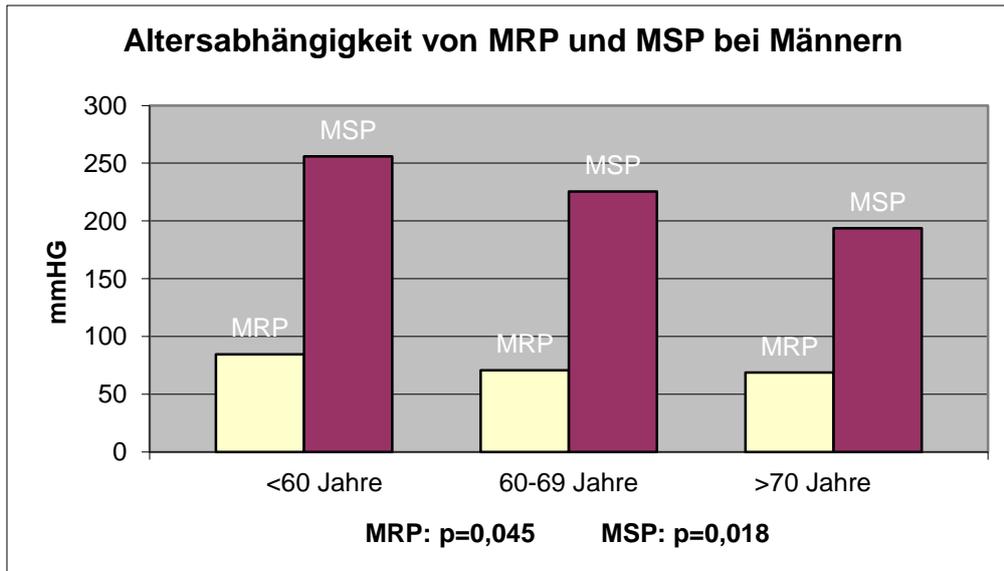


Abbildung 11:

Abhängigkeit von MRP und MSP bei Männern in den 3 Altersgruppen

4.4.3 Altersabhängigkeit der Messergebnisse der Perzeptionsschwelle

4.4.3.1 Frauen

Alter		Perzeptionsschwelle step by step
< 60	Mean	24.29
	Std. Deviation	20.555
	N	14
60-69	Mean	41.39
	Std. Deviation	20.494
	N	18
>=70	Mean	38.86
	Std. Deviation	23.499
	N	22
Total	Mean	35.93
	Std. Deviation	22.509
	N	54

Chi-Square Test

	Perzeptionsschwelle step by step
Chi-Square	9.058
df	2
Asymp. Sig.	.011

Die Perzeptionsschwelle erhöht sich mit Zunahme des Alters bei den weiblichen Studienteilnehmerinnen.

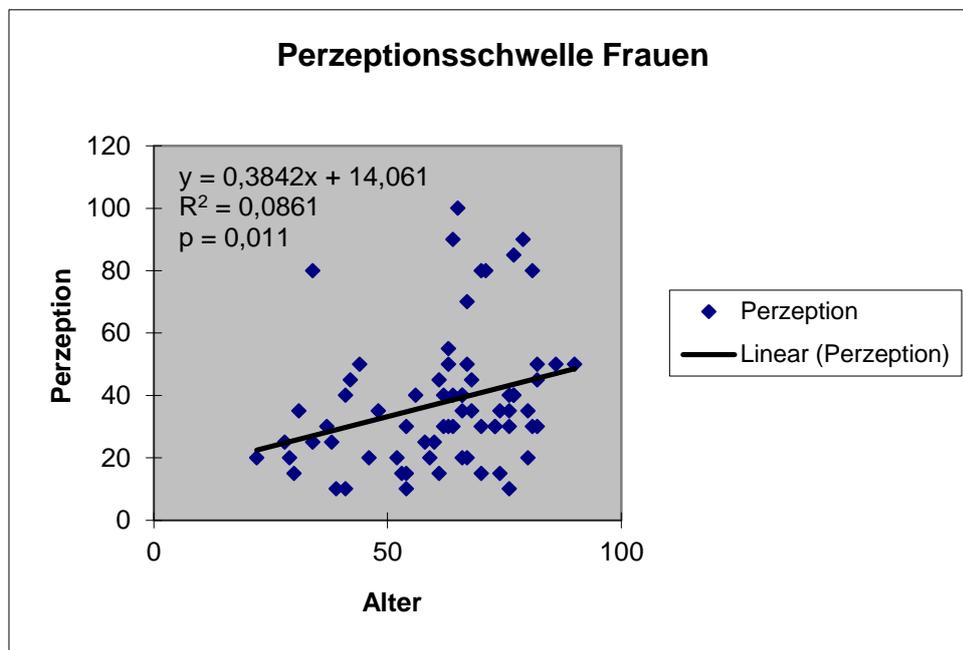


Abbildung 12:

Regressionsanalyse Perzeptionsschwelle Mittelwert step by step für alle Frauen in Abhängigkeit des Alters.

4.4.3.2 Männer

Alter		Perzeptionsschwelle step by step
< 60	Mean	29.42
	Std. Deviation	14.651
	N	26
60-69	Mean	40.23
	Std. Deviation	24.808
	N	22
≥70	Mean	39.77
	Std. Deviation	18.865
	N	22
Total	Mean	36.07
	Std. Deviation	19.998
	N	70

Chi-Square Test

	Perzeptionsschwelle step by step
Chi-Square	5.010
df	2
Asymp. Sig.	.082

Bei den Männern kommt es zu einem nicht signifikanten Anstieg der Perzeptionsschwelle in höherem Alter.

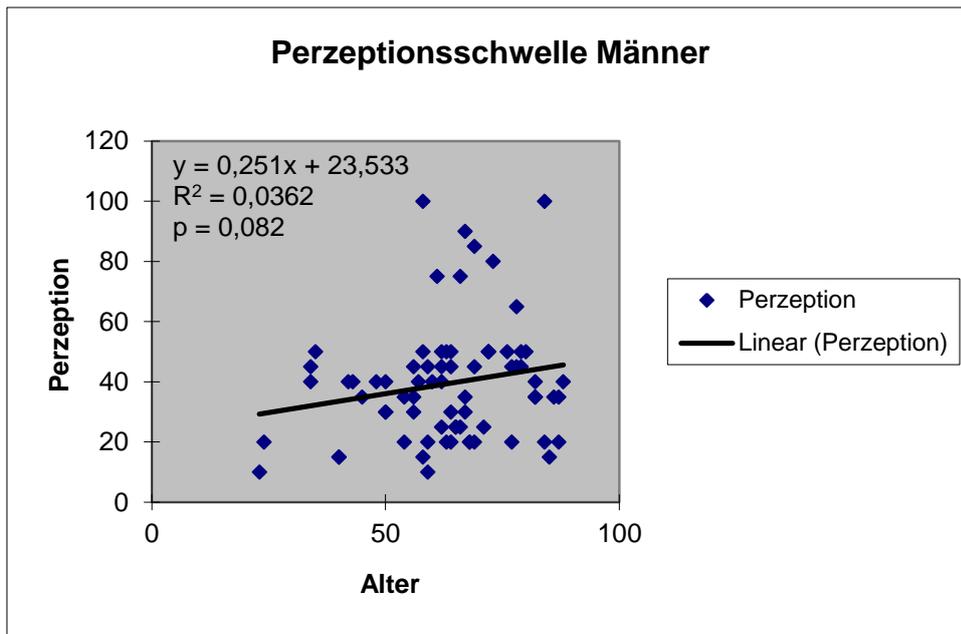


Abbildung 13:

Regressionsanalyse Perzeptionsschwelle Mittelwert step by step für alle Männer in Abhängigkeit des Alters.

4.4.4 Altersabhängigkeit der Messergebnisse bei der Stuhldrangschwelle

4.4.4.1 Frauen

Alter		Stuhldrangschwelle step by step
< 60	Mean	86.67
	Std. Deviation	37.113
	N	15
60-69	Mean	94.72
	Std. Deviation	39.500
	N	18
≥70	Mean	99.05
	Std. Deviation	31.883
	N	21
Total	Mean	94.17
	Std. Deviation	35.684
	N	54

Chi-Square Test

	Stuhldrangschwelle step by step
Chi-Square	2.443
df	2
Asymp. Sig.	.295

Die Stuhldrangschwelle verändert sich bei den Frauen nicht signifikant mit steigendem Lebensalter.

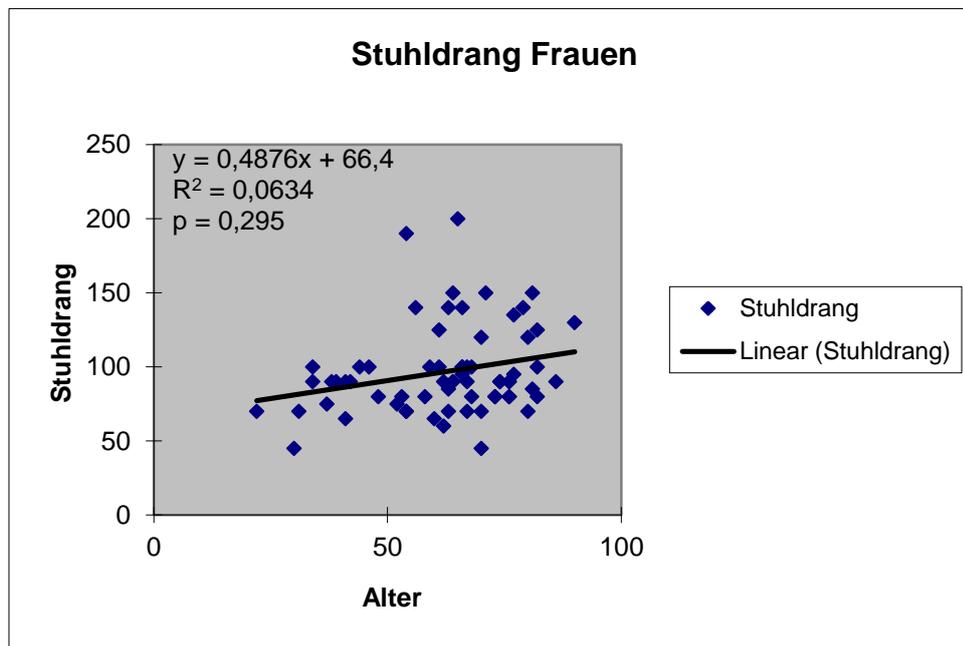


Abbildung 14:

Regressionsanalyse Stuhldrangschwelle Mittelwert step by step für alle Frauen in Abhängigkeit des Alters.

4.4.4.2 Männer

Alter		Stuhldrangschwelle step by step
< 60	Mean	111.73
	Std. Deviation	37.761
	N	26
	Mean	110.23
60-69	Std. Deviation	36.465
	N	22
	Mean	125.00
>=70		

	Std. Deviation	27.430
	N	22
Total	Mean	115.43
	Std. Deviation	34.544
	N	70

Chi-Square Test

	Stuhldrangschwelle step by step
Chi-Square	2.452
df	2
Asymp. Sig.	.293

Die Stuhldrangschwelle verändert sich bei den Männern nicht relevant mit Zunahme des Lebensalters.

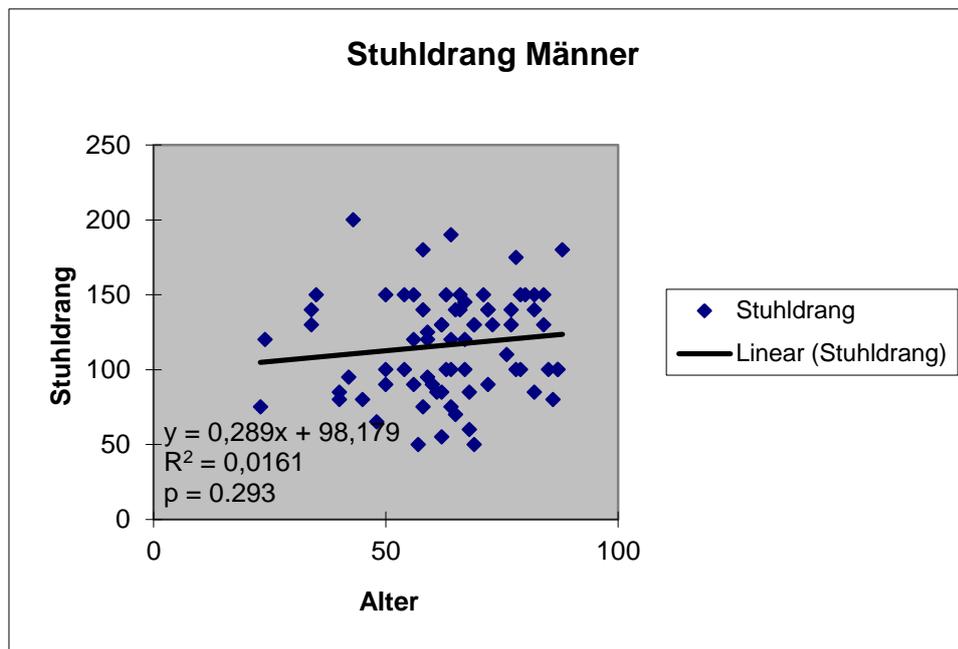


Abbildung 15:

Regressionsanalyse Stuhldrangschwelle Mittelwert step by step für alle Männer in Abhängigkeit des Alters.

4.5 Geschlechts- und altersabhängiger Normwertbereich

Anhand der aus den Untersuchungen gewonnenen Daten wurden für Frauen und Männer getrennt je 3 altersabhängige Normalwerttabellen (<60 Jahre, 60-69 Jahre, >70 Jahre) mit den 5%- und 95%-Perzentilen erstellt (Werte auf ganze Zahlen gerundet). Da die schrittweise Messung mit ihrer definierten Lage in cm im Analkanal einfach zu platzieren ist und im Gegensatz zur kontinuierlichen Methodik bei der Erstellung der Ruhe- und Kneifdruckwerte keine individuell unterschiedlichen Rückzugsgeschwindigkeiten mit unter Umständen auftretenden „artifiziellen Druckspitzen“ auftreten, wird in unserer Normalwerterstellung die schrittweise Methodik herangezogen.

		<60 Jahre		60-69 Jahre		≥70 Jahre	
		Frauen	Männer	Frauen	Männer	Frauen	Männer
MRP (mmHg)	Mittelwert	81	85	73	71	53	69
	(Range)	(31-149)	(52-159)	(37-126)	(36-118)	(27-98)	(25-106)
	5%-Perzentile	40	54	44	39	27	41
	95%-Perzentile	119	120	110	97	75	101
MSP (mmHg)	Mittelwert	176	256	157	226	131	194
	(Range)	(61-363)	(75-468)	(81-227)	(126-346)	(43-209)	(128-284)
	5%-Perzentile	92	134	106	133	56	145
	95%-Perzentile	269	427	219	333	169	261
BVP (ml)	Mittelwert	24	29	41	40	39	40
	(Range)	(10-85)	(10-80)	(15-85)	(15-100)	(10-90)	(15-100)
	5%-Perzentile	10	11	18	15	14	15
	95%-Perzentile	56	45	82	90	73	70
BVU (ml)	Mittelwert	87	112	95	111	99	125
	(Range)	(50-200)	(45-190)	(35-200)	(45-180)	(70-180)	(85-180)
	5%-Perzentile	61	66	47	51	70	90
	95%-Perzentile	158	176	170	150	140	179

Tabelle 1:

Normalwerttabelle mit Angaben von Mittelwert, Range sowie 5%- bzw. 95%-Perzentile für MRP, MSP, BVP und BVU.

5 *Diskussion*

Vorliegende Dissertation untersucht den Einfluss von Geschlecht und Lebensalter auf die Ergebnisse der anorektalen Manometrie und erstellt anhand der zugrundeliegenden Daten von 70 weiblichen und 73 männlichen Probanden eine geschlechts- und altersadaptierte Normalwerttabelle.

Die bislang in der Literatur verfügbaren Normalwerte beziehen sich häufig auf kleine Probandenzahlen, spezifische Bevölkerungsgruppen wie Kinder oder Frauen in gebärfähigem Alter, vergleichen Gruppen mit großen Altersdifferenzen oder weisen im Geschlechtervergleich ein Ungleichgewicht der Gruppenzahlen auf [1, 5, 8, 9, 10, 16, 18, 19, 21, 22, 24, 25, 45, 47, 48, 49].

Weiterhin werden unterschiedliche Techniken wie zum Beispiel schrittweiser versus kontinuierlicher Katheterrückzug zur anorektalen Druckmessung oder schrittweise versus kontinuierliche Ballonfüllung zur Bestimmung der sensorischen Schwellen miteinander verglichen.

Auch wird in unserer Arbeit untersucht, ob es Unterschiede in den Ergebnissen zwischen dem nach Gauss statistisch korrekten aber in der Literatur weniger häufig angewandtem Median und dem häufiger publiziertem aber statistisch nicht korrekten Mittelwert gibt.

5.1 **Median versus Mittelwert**

Beim Vergleich der beiden statistischen Analysemethoden ergibt sich mit dem Median nahezu bei allen Vergleichsberechnungen ein zum Teil statistisch signifikant niedrigerer Druckwert (Ruhe- wie Kneifdruck). Die absolute Differenz ist dabei jedoch gering (Ruhedruck < 5 mmHg, Zwickdruck in der Regel < 9 mmHg) und damit klinisch unbedeutend. Da die häufige Verwendung des Mittelwertes in der Literatur möglicherweise getriggert ist durch die Berechnungs-Modalitäten der kommerziell erhältlichen Analyse-Software, sollte hier bei den Firmen die Verwendung des

statistisch korrekten Medians eingefordert werden. Um im weiteren die eigenen Ergebnisse besser mit den Literaturdaten vergleichen zu können, wird bei der Analyse des Einflusses von Geschlecht und Alter auf die Messdaten dennoch neben dem Median der Mittelwert ebenfalls mitberechnet und analysiert.

5.2 Kontinuierliche versus schrittweise Messmethodik

In den deutschen Empfehlungen zur Durchführung der anorektalen Manometrie wird der schrittweise Rückzug des Messkatheters empfohlen, da eine Beeinflussung insbesondere des MRP durch Reflexkontraktion des Externus befürchtet wird [35].

Allerdings wird in der Literatur auch ein kontinuierlicher Rückzug (+/- Pull-Maschine) verwendet, sodass zu klären ist, ob die publizierten Daten durch die Methodik beeinflusst werden. Auch bei der Bestimmung der sensorischen Schwellen wird die schrittweise, rasche Füllung aufgrund der besseren intra- und interindividuellen Reproduzierbarkeit empfohlen [35]. Bei der kontinuierlichen, langsamen Dehnung ist eine Verschiebung der Schwellenwerte nach oben vorstellbar (verspätete Probandenantwort, Adaptation der Dehnungsrezeptoren).

In dieser Arbeit werden für alle Probanden (ohne Geschlechter- oder Alterstrennung) die Ergebnisse der kontinuierlichen Messmethoden den Ergebnissen der schrittweisen Messmethoden gegenübergestellt. Untersucht werden Ruhedruck (mean resting pressure = MRP), Kneifdruck (mean squeeze pressure = MSP), Perzeptionsschwelle (ballon volume for perception = BVP) und Stuhldrangschwelle (balloon volume for urge = BVU).

Für die Perzeptions- und Stuhldrangschwellen ergeben sich signifikant niedrigere Volumina in der schrittweisen Balloninsufflation im Vergleich zur kontinuierlichen. Die Daten der vorliegenden Arbeit bestätigen die Ergebnisse von Sun und Mitarbeitern, dass die Geschwindigkeit der Insufflation des Ballons Einfluss auf die Wahrnehmungsschwellen hat.

Der maximale Zwickdruck soll von Gesunden zumindest 25 Sekunden aufrecht erhalten werden können [11, 37]. Dennoch zeigt sich beim direkten Vergleich in der eigenen Arbeit, dass der MSP bei kontinuierlichem Katheterdurchzug mit

Dauerkontraktion etwa 10 mmHg niedriger liegt als bei schrittweisem Durchzug mit Einzelkontraktionen auf jeder Stufe. Daraus folgt, dass für den MSP sowie BVP und BVU die schrittweise Methode zu bevorzugen ist.

Überraschenderweise liefert die kontinuierliche Messung niedrigere Ruhedruckwerte als der schrittweise Durchzug. Daraus ist zu folgern, dass beim schrittweisen Rückzug ausreichend lang (> 15 sec) gewartet werden muss, bis sich ein stabiles Druckniveau unter völliger Entspannung eingestellt hat. Zudem muss bemerkt werden, dass, trotz der signifikanten Unterschiede, die absolute Differenz im Median nur bei 5 mmHg lag. Dieser minimale Druckunterschied ist klinisch unbedeutend und liegt im Bereich der Messungengenauigkeit des Systems.

5.3 MRP

Die verfügbaren Daten zu geschlechtsspezifischen Unterschieden sind besonders hinsichtlich der Ruhedrücke widersprüchlich. In vielen Publikationen ergeben sich ähnliche Ruhedruckwerte bzw. keine signifikanten Unterschiede für Männer und Frauen. Dabei sind die untersuchten Gruppen jedoch oftmals sehr klein (weniger als 20 Probanden pro Geschlecht) [14, 17, 20, 28, 29, 32, 37, 51].

In anderen Untersuchungen zeigen sich signifikant höhere Ruhedrücke bei Männern [15, 36, 43, 44].

Dies wird von unserer Arbeit mit der größten Zahl an Normalpersonen unterstützt. Im Geschlechtervergleich war der MRP bei den Männern höher als bei den Frauen. Der Unterschied war gering aber statistisch noch signifikant ($p=0,041$).

Der Effekt des Alter werden auf die Höhe des manometrisch gemessenen Ruhedruckes ist in der Literatur ebenfalls widersprüchlich. Zum einen gibt es Publikationen, die über einen Abfall des Ruhedruckes mit zunehmendem Alter berichten, wobei der Effekt häufiger für Frauen als für Männer beschrieben ist [2, 15, 20, 36, 38].

Andere Publikationen zeigen dagegen keine verminderten beziehungsweise nicht signifikant erniedrigte Ruhedrucke mit steigendem Alter [3, 14, 17, 25, 31, 32, 33, 37].

Weiterhin zeigen sich in den veröffentlichten Daten unterschiedliche Altersgrenzen zwischen Gruppe „jung“ und Gruppe „alt“ (Grenze bei 40, 45, 50, 55 bzw 60 Jahren) [2, 15, 25, 33, 37] und nur eine einzige Studie verglich 3 Altersgruppen [36].

Um den Einfluss des Alterns zu untersuchen wurden unsere Probanden nach Geschlecht in 3 Altersgruppen (<60 Jahre, 60 – 69 Jahre und \geq 70 Jahre) eingeteilt. Mithilfe des Kruskal-Wallis-Testes für mehr als 2 Stichprobengruppen konnte ein signifikanter Abfall des Ruhedruckes bei Frauen mit steigendem Alter nachgewiesen werden ($p=0,001$). Für die Männer war der Effekt zwar geringer ausgeprägt, erreichte aber noch statistische Signifikanz ($p=0,045$). Wir können somit die Arbeiten unterstützen, in denen ein signifikanter Abfall des Ruhedruckes mit dem Alter beschrieben wird. Hierbei weist neben unserer auch die Arbeit von Felt-Bersma, die einen Abfall des MRP mit steigendem Alter beschreibt, die grössten Probandenzahlen auf.

Als mögliche Ursache ist eine progrediente Fibrosierung des M. sphincter ani internus mit steigendem Alter beschrieben [39].

5.4 MSP

Alle Arbeiten, bestätigt durch die eigene Untersuchung mit hoher Probandenzahl ($p<0,001$), finden höhere Kneifdrücke für Männer im Vergleich zu Frauen [2, 7, 14, 15, 18, 20, 25, 27, 33, 38, 43, 44, 45, 51].

Dies wird einer hormonell bedingten höheren Muskelmasse des M. sphincter ani externus sowie einem längeren Muskel bei Männern im Vergleich zu Frauen zugeschrieben [39, 41].

Der Effekt des Alterns auf die Höhe des manometrisch gemessenen Kneifdruckes ist dagegen widersprüchlich. Zum einen gibt es Publikationen, die über einen Abfall des

Kneifdruckes mit zunehmendem Alter berichten, wobei der Effekt wiederum häufiger für Frauen als für Männer beschrieben ist [2, 3, 20, 25, 36, 38].

Andere Publikationen zeigen dagegen keine Verminderung beziehungsweise keinen signifikanten Abfall der Kneifdrücke mit steigendem Alter [14, 33, 35].

In der vorliegenden Studie mit ausreichend hoher Probandenzahl kann nun anhand des Kruskal-Wallis-Testes ein statistisch signifikanter Abfall des Kneifdruckes mit zunehmendem Alter in den 3 Altersgruppen belegt werden ($p=0,041$ für Frauen; $p=0,018$ für Männer).

Das Ergebnis der vorliegenden Arbeit wird unterstützt durch Felt-Bersma's Arbeit, die neben der eigenen Arbeit die größten Probandenzahlen aufweist [20]. In den drei Arbeiten, die unsere Ergebnisse nicht stützen waren zum einen die Probandenzahlen deutlich kleiner (Eckardt 20n [14], Pedersen 58n [33] und Rao 45n [37]), zum anderen war der Altersrange mit 22 – 71 Jahren bei Rao und 28 – 79 Jahren bei Pedersen geringer als in unserem Probandengut. Weiterhin begann bei Pedersen die älteste Gruppe bereits ab 60 Jahren, sodass der bei seiner Arbeit gesehene Trend (nicht statistisch signifikant) hin zu niedrigerem MSP mit steigendem Alter dadurch zu erklären ist, dass noch zu viele „junge Probanden“ in der ältesten Gruppe waren.

Der sinkende MSP wird mit einer Abnahme der quergestreiften Muskelmasse sowie eines Innervierungsverlustes des M. sphincter ani externus bei alten Menschen begründet [13, 25].

Bei Frauen kann zudem eine geburtsbedingte Schädigung des Nervus pudendus zu einer Denervierung des Externus mit Abnahme des Kneifdruckes führen [42, 46].

Stattgehabte Entbindungen waren bei unseren Probandinnen kein Ausschlusskriterium für Aufnahme in die Studie. Da sich auch für die Männer ein Abfall des MSP mit steigendem Alter zeigt, können geburtsbedingte Schädigungen nur einen Ko-Faktor darstellen.

5.5 BVP

Wenige Studien untersuchten den Einfluss des Geschlechts auf die Perzeption. In den Untersuchungen ergeben sich ähnliche oder zumindest keine signifikanten Unterschiede der Perzeptionsvolumina für Männer und Frauen [2, 18, 37, 43]. Dies konnte durch die vorliegende Untersuchung an einer großen Probandenzahl bestätigt werden.

Zu Veränderungen der Perzeptionsschwelle mit steigendem Alter liegen kaum Daten vor, zudem mit unterschiedlichen Ergebnissen. In Felt-Bersmas Arbeit konnte eine Erhöhung der Perzeptionsschwelle mit steigendem Alter gesehen werden [20], Bannister dagegen sah in seiner Arbeit keine altersbedingten Veränderungen der Perzeptionsschwelle [2].

Auch in der vorliegenden Arbeit war das Ergebnis different. In der Gruppe der Frauen nahm in unserer Arbeit die Perzeptionsschwelle mit höherem Alter signifikant zu ($p=0,011$). Bei den Männern zeigte sich ein Trend in Richtung steigende Perzeptionsschwellen im höheren Alter, allerdings waren die Ergebnisse mit $p=0,082$ statistisch nicht signifikant.

5.6 BVU

In der Literatur findet sich eine Studie von Rao et. al. [37], in der sich zwischen Männern und Frauen keine Unterschiede in der Stuhldrangschwelle zeigen. In einer Arbeit von Sun und Read war die Stuhldrangschwelle dagegen bei Männern signifikant höher als bei Frauen [43].

In den beiden Untersuchungen wurden insgesamt nur 45 bzw. 35 Patienten untersucht. Die vorliegende Arbeit mit weitaus größerer Probandenzahl konnte die signifikant höhere Stuhldrangschwelle im Vergleich mit den Frauen bei den Männern bestätigen.

Zu Änderungen der Stuhldrangschwelle mit höherem Alter liegt nur eine Publikation vor. Dabei zeigte sich eine signifikante Abnahme der Stuhldrangschwelle mit dem Alter für beide Geschlechter [2]. Dies konnte durch unsere Arbeit mit weitaus größerer Probandenanzahl nicht bestätigt werden.

Mit zunehmendem Alter waren jedoch in den 3 Altersgruppen weder bei den Männern noch bei den Frauen signifikante Unterschiede nachzuweisen.

6. Zusammenfassung

In der vorliegenden Arbeit wurde der Einfluss der Untersuchungstechnik, der Auswertelgorithmen sowie des Geschlechts und des Alters auf die anorektale Manometrie untersucht.

Bei der schrittweisen Messmethodik lagen die Druckwerte beim maximalen Kneifen im Vergleich zur Messung bei kontinuierlichem Rückzug signifikant höher (MSP $P=0,004$). Auch für den Ruhedruck lagen die Druckwerte bei der schrittweisen Messmethodik signifikant höher (MRP $P<0,001$), die absolute Differenz hier mit $< 5\text{mmHg}$ aber klinisch zu vernachlässigen. Daher wurden die Messwerte der schrittweisen Messmethodik, die besser interindividuell standardisierbar ist, der Normalwerttabelle zu Grunde gelegt. Auch für die Bestimmung der Perzeptionsschwelle und der Drangschwelle zeigte sich die schrittweise Messmethodik als überlegen. Hier ergaben sich, durch Vermeiden von Adaptationsvorgängen, signifikant niedrige Schwellwerte mit dieser Methode (BVP $P<0,001$; BVU $P=0,004$).

Im Vergleich der Ergebnisse zwischen dem statistisch korrekten Median und dem in der Literatur überwiegend verwendeten Mittelwert bei der Berechnung der Ruhe- und Zwickdruckwerte zeigten sich geringe zum Teil statistisch signifikante Unterschiede. Absolut waren diese Unterschiede aber so gering ausgeprägt, dass klinisch diese Unterschiede nicht relevant sind und daher zur besseren Vergleichbarkeit mit der Literatur die Mittelwerte herangezogen werden konnten.

Die durchgeführte Untersuchung belegte, dass das Geschlecht einen signifikanten Einfluss auf die Höhe der Druckwerte hat mit signifikant höheren Werten bei den Männern (MRP $P=0,041$; MSP $P<0,001$). Bei der Interpretation einer anorektalen Manometrie muss daher das Patientengeschlecht berücksichtigt werden und geschlechtsabhängige Normalwerttabellen verwendet werden. Bzgl. der sensorischen Schwellen ist der Geschlechtseinfluss deutlich geringer ausgeprägt. Während die Stuhldrangschwelle bei Männern signifikant höher als bei den Frauen ist ($P=0,001$), unterscheiden sich die Perzeptionsschwellen nicht zwischen den Geschlechtern.

Auch eine Altersabhängigkeit der Messergebnisse der anorektalen Manometrie kann durch die vorliegende Studie belegt werden. Sowohl der Ruhedruck (Frauen $P=0,001$; Männer $P=0,045$) als auch der Zwickdruck (Frauen $P=0,041$; Männer $P=0,018$) fallen mit zunehmendem Alter ab. Bzgl. der Perzeptionsschwelle zeigte sich ein signifikanter Anstieg im höheren Alter nur bei den Frauen ($P=0,011$). Die Stuhldrangschwelle bleibt dagegen auch mit zunehmendem Alter stabil bzw. steigt unerheblich (nicht signifikant) an.

Zusammenfassend zeigen die Messdaten der anorektalen Manometrie eine Geschlechts- und Altersabhängigkeit. Jedes Manometrielabor muss daher eine entsprechend adjustierte Normalwerttabelle verwenden zur Klassifikation der Messdaten ihrer Patienten. Bzgl. der Messmethode sollte die schrittweise Bestimmung der Druckwerte sowie der sensorischen Schwellen verwendet werden. Auch wenn statistisch gesehen der Median zu bevorzugen ist, können die Mittelwerte verwendet werden, wenn das jeweils verwendete Softwareprogramm nur diesen Wert automatisch generiert.

7. Literaturverzeichnis

1. Allen M.L., Orr W.C., Robinson M.G. Anorectal functioning in fecal incontinence. *Dig Dis Sci.* 33 (1988), 36-40.
2. Bannister J.J., Abouzekry L., Read N.W. Effect of aging on anorectal function. *Gut* 28 (1987), 353-357.
3. Barrett J.A., Brocklehurst J.C., Kiff E.S., Ferguson G., Faragher E.B. Anal function in geriatric patients with faecal incontinence. *Gut* 30 (1989), 1244-1251.
4. Bartlett L., Nowak M., Ho Y.H. Impact of fecal incontinence on quality of life. *World J Gastroenterol* 15 (2009), 3276-3282.
5. Bielfeldt K., Enck P., Erckenbrecht J.F. Sensory and motor function in the maintenance of anal continence. *Dis Colon Rectum* 33 (1990), 674-8.
6. Brühl W. Anorektale Erkrankungen. In „Gastroenterologie Das Referenzwerk für Klinik und Praxis. Band 1 Intestinum“. Riemann J.F., Fischbach W., Galle P., Mössner J. (Hrsg.). Georg Thieme Verlag, Stuttgart-New York, 2007, 1. Auflage, 883-901.
7. Cali R.L., Blatchford G.J., Perry R.E., Pitsch R.M., Thorson A.G., Christensen M.A. Normal variation in anorectal manometry. *Dis Colon Rectum* 35 (1992), 1161-1164.
8. Caruana B.J., Wald A., Hinds J.P., Eidelman B.H. Anorectal sensory and motor function in neurogenic fecal incontinence. Comparison between multiple sclerosis and diabetes mellitus. *Gastroenterology* 100 (1991), 465-470.
9. Chaliha C., Sultan A.H., Emmanuel A.V. Normal ranges for anorectal manometry and sensation in women of reproductive age. *Colorectal Dis.* 9 (2007), 839-844.
10. Chan C.L., Scott S.M., Williams N.S., Lunniss P.J. Rectal hypersensitivity worsens stool frequency, urgency, and lifestyle in patients with urge fecal incontinence. *Dis Colon Rectum* 48 (2005), 134-140.
11. Chiarioni G., Scattolini C., Bonfante F., Vantini I. Liquid stool incontinence with severe urgency: anorectal function and effective biofeedback treatment. *Gut* 34 (1993), 1576-1580.

12. Damon H., Dumas P., Mion F. Impact of anal incontinence and chronic constipation on quality of life. *Gastroenterol Clin Biol* 28 (2004), 16-20.
13. Doherty T.J., Invited review: Aging and sarcopenia. *J Appl Physiol* 95 (2003), 1717-1727.
14. Eckardt V.F., Elmer T. Reliability of anal canal pressure measurements. *Dis Colon Rectum* 34 (1991), 72-77.
15. Enck P., Kuhlbusch R., Lübke H., Frieling T., Erckenbrecht J.F. Age and sex and anorectal manometry in incontinence. *Dis Colon Rectum* 32 (1989), 1026-1030.
16. Engel A.F., Kamm M.A., Bartram C.I., Nicholls R.J. Relationship of symptoms in faecal incontinence to specific sphincter abnormalities. *Int J Colorectal Dis.* 10 (1995), 152-155.
17. Farouk R., Duthie G.S., Bartolo D.C., MacGregor A.B. Restoration of continence following rectopexy for rectal prolapse and recovery of the internal anal sphincter electromyogram. *Br J Surg* 79 (1992), 439-440.
18. Felt-Bersma R.J. Clinical indications for anorectal function investigations. *Scand J Gastroenterol Suppl.* 178 (1990), 1-6.
19. Felt-Bersma R.J., Janssen J.J., Klinkenberg-Knol E.C., Hoitsma H.F., Meuwissen S.G. Soiling: anorectal function and results of treatment. *Int Colorectal Dis* 4 (1989), 37-40.
20. Felt-Bersma R.J., Gort G., Meuwissen S.G. Normal values in anal manometry and rectal sensation: a problem of range. *Hepatogastroenterology* 38 (1991), 444-449.
21. Felt-Bersma R.J., Klinkenberg-Knol E.C., Meuwissen S.G. Anorectal function investigations in incontinent and continent patients. Differences and discriminatory value. *Dis Colon Rectum* 33 (1990), 479-486.
22. Gruppo lombardo per lo studio della Motilità intestinale. Anorectal manometry with water-perfused catheter in healthy adults with no functional bowel disorders. *Colorectal Dis.* 12 (2010), 220-225.
23. Higgins P.D., Johanson J.F. Epidemiology of constipation in North America: a Systematic review. *Am J Gastroenterol* 99 (2004), 750-759.
24. Kumar S., Ramadan S., Gupta V., Helmy S., Atta I., Alkoholy A. Manometric Tests of anorectal function in 90 healthy children: a clinical study from Kuwait. *J Pediatr. Surg.* 44 (2009), 1786-1790.

25. Laurberg S., Swash M. Effects of aging on the anorectal sphincters and their Innervation. *Dis Colon Rectum* 32 (1989), 737-742.
26. Leger F., Henry L., Mion F., Roman S., Barth X., Colin C., Schott A.M., Damon H. Clinical, sonographic and manometric characteristics and impact on quality of life of fecal incontinence in 92 men referred for endoanal ultrasonography. *Gastroenterol Clin Biol* 32 (2008), 328-336.
27. Matheson D.M., Keighley M.R. Manometric evaluation of rectal prolapse and faecal incontinence. *Gut* 22 (1981), 126-129.
28. McHugh S.M, Diamant N.E. Anal canal pressure profile: a reappraisal as determined by rapid pullthrough Technique. *Gut* 28 (1987), 1234-1241.
29. Meunier P. Physiologic study of the terminal digestive tract in chronic painful constipation. *Gut* 27 (1986), 1018-1024.
30. Mugie S.M., Benninga M.A., Di Lorenzo C. Epidemiology of constipation in children and adults: A systematic review. *Best Pract Res Clin Gastroenterol* 25 (2011), 3-18.
31. Papachrysostomou M., Pye S.D., Wild S.R., Smith A.N. Anal endosonography in asymptomatic subjects. *Scand J Geastroenterol* 28 (1993), 551-556.
32. Papachrysostomou M., Pye S.D., Wild S.R., Smith A.N. Significance of the thickness of the anal sphincters with age and its relevance in faecal incontinence. *Scand J Geastroenterol* 29 (1994), 710-714.
33. Pedersen I.K., Christiansen J. A study of the physiological variation in anal manometry. *Br J Surg* 76 (1989), 69-70.
34. Pehl C., Enck P. Stuhlinkontinenz. *Der Gastroenterologe* 3, (2008), 497-501.
35. Pehl C. et al. Empfehlungen zur Anorektalen Manometrie im Erwachsenenalter. *Z Gastroenterol* 45 (2007), 397-417.
36. Poos R.J., Bittner R., Frank J., Beger H.G. Results of anorectal manometry for the determination of age- and sex-dependent pressure differences. *Z Gastroenterol* 22 (1984), 592-597.
37. Rao S.S., Hatfield R., Soffer E., Rao S., Beaty J., Conklin J.L. Manometric tests of anorectal function in healthy adults. *Am J Gastroenterol* 94 (1999), 773-783.
38. Read N.W., Harford W.V., Schmulen A.C., Read M.G., Santa Ana C., Fordtran J.S. A clinical study of patients with fecal incontinence and diarrhea. *Gastroenterology* 76 (1979), 747-756.

39. Rociu E., Stoker J., Eijkemans M.J., Laméris J.S. Normal anal sphincter anatomy and age- and sex-related variations at high-spatial-resolution endoanal MR imaging. *Radiology* 217 (2000), 395-401.
40. Speakman C.T., Hoyle C.H., Kamm M.A., Swash M., Henry M.M., Nicholls R.J., Burnstock G. Abnormal internal anal sphincter fibrosis and elasticity in fecal incontinence. *Dis Colon Rectum* 38 (1995), 407-410.
41. Storer T.W., Woodhouse L., Magliano L., Singh A.B., Dzekov C., Dzekov J., Bhasin S. Changes in Muscle Mass, Muscle Strength and Power, but not Physical Function are related to Testosterone Dose in Healthy Older Men. *J Am Geriatr Soc* 56 (2008), 1991-1999.
42. Sultan A.H., Kamm M.A., Hudson C.N. Pudendal nerve damage during labour: prospective study before and after childbirth. *Br J Obstet Gynaecol* 101 (1994), 22-28.
43. Sun W.M., Read N.W. Anorectal function in normal human subjects: effect of gender. *Int J Colorectal Dis* 4 (1989), 188-196.
44. Taylor B.M., Beart R.W. Jr., Phillips S.F. Longitudinal and radial variations of pressure in the human anal sphincter. *Gastroenterology* 86 (1984), 693-697.
45. Telford K.J., Ali A.S., Lymer K., Hosker G.L., Kiff E.S., Hill J. Fatigability of the external anal sphincter in anal incontinence. *Dis Colon Rectum* 47 (2004), 746-752.
46. Tetzschner T., Sorensen M., Jonsson L., Lose G., Christiansen J. Delivery and pudendal nerve function. *Acta Obstet Gynecol Scand* 76 (1997), 324-331.
47. Thekkinkattil D.K., Lim M., Stojkovic S.G., Finan P.J., Sagar P.M., Burke D. A classification system for faecal incontinence based on anorectal investigations. *Br J Surg.* 95 (2008), 222-8.
48. Wald A., Tunuguntla A.K. Anorectal sensorimotor dysfunction in fecal incontinence and diabetes mellitus. Modification with biofeedback therapy. *N Engl J Med.* 310 (1984), 1282-7.
49. Wehrman T., Dietrich C.F., Schmitt T. Anorektale Funktionsuntersuchungen. In „Funktionsdiagnostik in der Gastroenterologie“. Stein J., Wehrmann T. (Hrsg.). Springer Medizin Verlag Heidelberg, 2006, 2. Auflage, 81-92.

50. Whitehead W.E., Borrud L., Goode P.S., Meikle S., Mueller E.R., Tuteja A., Weinstein M., Ye W., Pelvic Floor Disorders Network. Fecal Incontinence in US adults: epidemiology and risk factors. *Gastroenterology* 137 (2009), 512-517.
51. Williams A.B., Cheetham M.J., Bartram C.I., Halligan S., Kamm M.A., Nicholls R.J., Kmiot W.A. Gender differences in the longitudinal pressure profile of the anal canal related to anatomical structure as demonstrated on three-dimensional anal endosonography. *Br J Surg* 87 (2000), 1674-1679.

8 Danksagung

Herzlich bedanken möchte ich mich bei meinem akademischen Lehrer Herrn PD Dr. med. C. Pehl für die stets geduldige und motivierende Unterstützung und für die von Anfang an große Hilfsbereitschaft bei der Umsetzung dieser Arbeit.

9 **Lebenslauf**

Persönliche Daten

Name	Nicola Francesco Scalercio
Geburtsdatum	13.12.1977
Geburtsort	München
Staatsangehörigkeit	deutsch
Familienstand	in Lebenspartnerschaft, 2 Kinder

Schulbildung

1984 – 1988	Grundschule München
1988 – 1997	Gymnasium München
1997	Allgemeine Hochschulreife

Hochschulbildung

1999 – 2001	Vorklinischer Studienabschnitt, Freie Universität Berlin
2001	Ärztliche Vorprüfung
2001 – 2005	Klinischer Studienabschnitt, TU München
2002	1. Abschnitt der Ärztlichen Prüfung
2004	2. Abschnitt der Ärztlichen Prüfung
2005	3. Abschnitt der Ärztlichen Prüfung

Berufliche Laufbahn

2005 - 2008	Assistenzarzt der 1. Medizinischen Abteilung im Rotkreuzklinikum München (Prof. Dr. med. Th. von Arnim)
2008 - 2011	Assistenzarzt der Medizinischen Klinik im Krankenhaus Vilsbiburg (PD Dr. med. C. Pehl)
Seit 04/2011	Assistenzarzt der Medizinischen Klinik in der Schreiber Klinik (Dr. med. U. Hölzenbein)