

Normwerte aus kombinierten pH-Metrie-Impedanzmessungen
zur Diagnostik eines gastroösophagealen Refluxes im Kindesalter

-
Ergebnisse einer Pilotstudie

Von der Medizinischen Fakultät
der Rheinisch-Westfälischen Technischen Hochschule Aachen
zur Erlangung des akademischen Grades
einer Doktorin der Medizin
genehmigte Dissertation

vorgelegt von
Cornelia Theresa Sperlich
aus
Unna

Berichter: Herr Privatdozent
 Dr. med. Tobias Gregor Wenzl
 Herr Universitätsprofessor
 Dr. med. Christian Trautwein

Tag der mündlichen Prüfung: 17. März 2010

Diese Dissertation ist auf den Internetseiten der Hochschulbibliothek online verfügbar.

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung	1
1.1	Gastroösophagealer Reflux	1
1.1.1	Begriffsdefinitionen GÖR, Regurgitation und GERD	1
1.1.2	GÖR im Kindesalter	1
1.2	Diagnostische Möglichkeiten bei GÖR	6
1.2.1	Bildgebende Verfahren	7
1.2.2	Manometrie	7
1.2.3	Endoskopie	7
1.2.4	pH-Metrie	7
1.2.5	Impedanzmessung	9
1.2.6	Kombinierte pH-Metrie-Impedanzmessung	10
2	Fragestellung	15
3	Methodik	17
3.1	Zielparameter und Statistik	25
3.1.1	Anzahl der Refluxereignisse	25
3.1.2	Anteil der Refluxereignisse mit signifikantem Säurereflux	25
3.1.3	Bolusclearance-Zeit (BCT)	26
3.1.4	Säureclearance-Zeit (ACT)	26
3.1.5	Niedrigster pH-Wert der Refluxereignisse	26
3.1.6	Klassifizierung der Azidität der Refluxereignisse	26
3.1.7	Steighöhe der Refluxereignisse	27
4	Ergebnisse	29
4.1	Ergebnisse Altersgruppe 2 – Neugeborene:	31
4.1.1	Altersgruppe 2 – Anzahl der Refluxereignisse	31
4.1.2	Altersgruppe 2 – Anteil der Refluxereignisse mit signifikantem Säurereflux	32
4.1.3	Altersgruppe 2 – Bolusclearance-Zeit BCT	32
4.1.4	Altersgruppe 2 – Säureclearance-Zeit ACT	33
4.1.5	Altersgruppe 2 – Niedrigster pH-Wert der Refluxereignisse	34
4.1.6	Altersgruppe 2 – Klassifizierung der Azidität der Refluxereignisse	34
4.1.7	Altersgruppe 2 – Steighöhe der Refluxereignisse	35
4.2	Ergebnisse Altersgruppe 3 – Säuglinge :	36
4.2.1	Altersgruppe 3 – Anzahl der Refluxereignisse	36
4.2.2	Altersgruppe 3 – Anteil der Refluxereignisse mit signifikantem Säurereflux	37
4.2.3	Altersgruppe 3 – Bolusclearance-Zeit BCT	38
4.2.4	Altersgruppe 3 – Säureclearance-Zeit ACT	39
4.2.5	Altersgruppe 3 – Niedrigster pH-Wert der Refluxereignisse	40
4.2.6	Altersgruppe 3 – Klassifizierung der Azidität der Refluxereignisse	41
4.2.7	Altersgruppe 3 – Steighöhe der Refluxereignisse	42
4.3	Ergebnisse Altersgruppe 4 – Kleinkinder:	43
4.3.1	Altersgruppe 4 – Anzahl der Refluxereignisse	43
4.3.2	Altersgruppe 4 – Anteil der Refluxereignisse mit signifikantem Säurereflux	44
4.3.3	Altersgruppe 4 – Bolusclearance-Zeit BCT	45

4.3.4	Altersgruppe 4 – Säureclearance-Zeit ACT	45
4.3.5	Altersgruppe 4 – Niedrigster pH-Wert der Refluxereignisse.....	46
4.3.6	Altersgruppe 4 – Klassifizierung der Azidität der Refluxereignisse	47
4.3.7	Altersgruppe 4 – Steighöhe der Refluxereignisse.....	48
4.4	Ergebnisse Altersgruppe 5 – Schulkinder:.....	49
4.4.1	Altersgruppe 5 – Anzahl der Refluxereignisse	49
4.4.2	Altersgruppe 5 – Anteil der Refluxereignisse mit signifikantem Säurereflux	50
4.4.3	Altersgruppe 5 – Bolusclearance-Zeit BCT	51
4.4.4	Altersgruppe 5 – Säureclearance-Zeit ACT.....	51
4.4.5	Altersgruppe 5 – Niedrigster pH-Wert der Refluxereignisse.....	52
4.4.6	Altersgruppe 5 – Klassifizierung der Azidität der Refluxereignisse	53
4.4.7	Altersgruppe 5 – Steighöhe der Refluxereignisse.....	53
4.5	Zusammenfassung der Ergebnisse aller Altersgruppen	54
4.5.1	Anzahl der Refluxereignisse	54
4.5.2	Anteil der Refluxereignisse mit signifikantem Säurereflux.....	55
4.5.3	Bolusclearance-Zeit BCT.....	56
4.5.4	Säureclearance-Zeit ACT.....	58
4.5.5	Niedrigster pH-Wert der Refluxereignisse	59
4.5.6	Klassifizierung der Azidität der Refluxereignisse	60
4.5.7	Steighöhe der Refluxereignisse.....	62
5	Diskussion.....	65
5.1	Anzahl der Refluxereignisse	68
5.2	Anteile der Refluxereignisse mit signifikantem Säurereflux.....	69
5.3	Bolusclearance-Zeit (BCT).....	70
5.4	Säureclearance-Zeit (ACT).....	70
5.5	Niedrigster pH-Wert der Refluxereignisse und	72
5.6	Klassifizierung der Azidität der Ereignisse	72
5.7	Steighöhe der Refluxereignisse.....	73
6	Ausblick	75
7	Zusammenfassung.....	77
8	Anhang.....	81
8.1	Ergebnisse der einzelnen Patienten:.....	81
8.1.1	Altersgruppe 2 – Neugeborene:	81
8.1.2	Altersgruppe 3 – Säuglinge:.....	86
8.1.3	Altersgruppe 4 – Kleinkinder :.....	104
8.1.4	Altersgruppe 5 – Schulkinder:	109
9	Bibliographie.....	117

Verzeichnis der Abbildungen:

Abbildung 1: pH-Impedanz-Sonde mit 6 MII-Kanälen	11
Abbildung 2: Patientin während pH-Metrie-Impedanz-Messung.....	12
Abbildung 3: Schematische Darstellung eines sauren Refluxes in der pH-Metrie-Impedanz	13
Abbildung 4 :Beispiel für ein Refluxereignis mit einem signifikanten Säurereflux.....	21
Abbildung 5: Beispiel für ein Refluxereignis ohne signifikanten Säurereflux und pH > 4.....	22
Abbildung 6: Beispiel für ein saures Refluxereignis ohne signifikanten Säurereflux	23
Abbildung 7: Zwei kurz aufeinanderfolgende Refluxereignisse mit signifikantem Säurereflux	24
Abbildung 8: Übersicht über Alter und Geschlecht der eingeschlossenen Patienten	29
Abbildung 9: Anzahl der eingeschlossenen Patienten in den Altersgruppen	30
Abbildung 10: Mittelwert der absoluten Anzahl GÖR/24h nach Altersgruppen.....	55
Abbildung 11: Anteil der Refluxereignisse mit signifikantem Säurereflux nach Altersgruppen.....	56
Abbildung 12: Mittelwert (schwarz) und Median (weiß) der Bolusclearance-Zeit nach Altersgruppen.....	57
Abbildung 13: Mittelwert (schwarz) und Median (weiß) der Säureclearance-Zeit nach Altersgruppen.....	58
Abbildung 14: Mittelwert des Mittelwertes des niedrigsten pH während der Refluxereignisse nach Altersgruppen	59
Abbildung 15: Mittelwerte der Prozentanteile der Refluxereignisse in den Kategorien sauer, schwach sauer und nicht sauer nach Altersgruppen	61
Abbildung 16: Mittelwerte der Prozentanteile der maximal erreichten Impedanzkanäle nach Altersgruppen	63

Verzeichnis der Tabellen:

Tabelle 4.1.1: Altersgruppe 2 – Geschlecht und Alter der Patienten.....	31
Tabelle 4.1.2: Altersgruppe 2 – Anzahl GÖR der einzelnen Patienten	31
Tabelle 4.1.3: Altersgruppe 2 – Mittelwert mit Standardabweichung der Anzahl GÖR/24h und GÖR/h	31
Tabelle 4.1.4: Altersgruppe 2 – Anzahl der Refluxereignisse mit signifikantem Säurereflux/24 h und Anteil der Refluxereignisse mit signifikantem Säurereflux an allen Refluxereignissen/24 h der einzelnen Patienten.....	32
Tabelle 4.1.5: Altersgruppe 2 – Mittelwert mit Standardabweichung des Anteils der Refluxereignisse mit signifikantem Säurereflux an allen Refluxereignissen/24h	32
Tabelle 4.1.6: Altersgruppe 2 – Mittelwert mit Standardabweichung sowie Median mit Range der Bolusclearance-Zeit der einzelnen Patienten.....	32
Tabelle 4.1.7: Altersgruppe 2 – Mittelwert des Mittelwertes mit Standardabweichung und Median des Medianes mit Range der Bolusclearance-Zeit.....	32
Tabelle 4.1.8: Altersgruppe 2 – Mittelwert mit Standardabweichung sowie Median mit Range der Säureclearance-Zeit der einzelnen Patienten	33
Tabelle 4.1.9: Altersgruppe 2 – Mittelwert des Mittelwertes mit Standardabweichung und Median des Medianes mit Range der Säureclearance-Zeit.....	33
Tabelle 4.1.10: Altersgruppe 2 – Mittelwert mit Standardabweichung des niedrigster pH der Refluxereignisse der einzelnen Patienten	34
Tabelle 4.1.11: Altersgruppe 2 – Mittelwert des Mittelwertes mit Standardabweichung des niedrigsten pH der Refluxereignisse.....	34
Tabelle 4.1.12: Altersgruppe 2 – Häufigkeit der Refluxereignisse in den einzelnen Säurekategorien der einzelnen Patienten	34
Tabelle 4.1.13: Altersgruppe 2 – Mittelwert mit Standardabweichung der Häufigkeiten der Refluxereignisse in den einzelnen Säurekategorien.....	34
Tabelle 4.1.14: Altersgruppe 2 – Häufigkeiten der Steighöhen der Refluxereignisse der einzelnen Patienten	35
Tabelle 4.1.15: Altersgruppe 2 – Mittelwert mit Standardabweichung der Häufigkeiten der Steighöhen der Refluxereignisse.....	35
 Tabelle 4.2.1: Altersgruppe 3 – Geschlecht und Alter der einzelnen Patienten	 36
Tabelle 4.2.2: Altersgruppe 3 – Anzahl GÖR der einzelnen Patienten	36
Tabelle 4.2.3: Altersgruppe 3 – Mittelwert mit Standardabweichung der Anzahl GÖR/24h und GÖR/h	36
Tabelle 4.2.4: Altersgruppe 3 – einzelne Patienten: Anteil der Refluxereignisse mit signifikantem Säurereflux	37
Tabelle 4.2.5: Altersgruppe 3 – Mittelwert mit Standardabweichung des Anteils der Refluxereignisse mit signifikantem Säurereflux an allen Refluxereignissen pro 24h	37
Tabelle 4.2.6: Altersgruppe 3 – Mittelwert mit Standardabweichung sowie Median mit Range der Bolusclearance-Zeit der einzelnen Patienten.....	38
Tabelle 4.2.7: Altersgruppe 3 – Mittelwert des Mittelwertes mit Standardabweichung und Median des Medianes mit Range der Bolusclearance-Zeit.....	38
Tabelle 4.2.8: Altersgruppe 3 – Mittelwert mit Standardabweichung sowie Median mit Range der Säureclearance-Zeit der einzelnen Patienten	39
Tabelle 4.2.9: Altersgruppe 3 – Mittelwert des Mittelwertes mit Standardabweichung und Median des Medianes mit Range der Säureclearance-Zeit.....	39
Tabelle 4.2.10: Altersgruppe 3 – Mittelwert mit Standardabweichung des niedrigster pH der Refluxereignisse der einzelnen Patienten	40

Tabelle 4.2.11: Altersgruppe 3 – Mittelwert des Mittelwertes mit Standardabweichung des niedrigsten pH der Refluxereignisse.....	40
Tabelle 4.2.12: Altersgruppe 3 – Häufigkeit der Reluxereignisse in den einzelnen Säurekategorien der einzelnen Patienten	41
Tabelle 4.2.13: Altersgruppe 3 – Mittelwert mit Standardabweichung der Häufigkeiten der Reluxereignisse in den einzelnen Säurekategorien.....	41
Tabelle 4.2.14: Altersgruppe 3 – einzelne Patienten: Häufigkeiten der Steighöhen der Refluxereignisse der einzelnen Patienten.....	42
Tabelle 4.2.15: Altersgruppe 3 – Mittelwert mit Standardabweichung der Häufigkeiten der Steighöhen der Refluxereignisse.....	42
Tabelle 4.3.1: Altersgruppe 4 – Geschlecht und Alter der einzelnen Patienten	43
Tabelle 4.3.2: Altersgruppe 4 – Anzahl GÖR der einzelnen Patienten	43
Tabelle 4.3.3: Altersgruppe 4 – Mittelwert mit Standardabweichung der Anzahl GÖR/24h und GÖR/h.....	43
Tabelle 4.3.4: Altersgruppe 4 – einzelne Patienten: Anteil Refluxereignisse mit signifikantem Saurereflux	44
Tabelle 4.3.5: Altersgruppe 4 – Mittelwert mit Standardabweichung des Anteils der Refluxereignisse mit signifikantem Saurereflux an allen Refluxereignissen pro 24h	44
Tabelle 4.3.6: Altersgruppe 4 – Mittelwert mit Standardabweichung sowie Median mit Range der Bolusclearance-Zeit der einzelnen Patienten.....	45
Tabelle 4.3.7: Altersgruppe 4 – Mittelwert des Mittelwertes mit Standardabweichung und Median des Medianes mit Range der Bolusclearance-Zeit.....	45
Tabelle 4.3.8: Altersgruppe 4 – Mittelwert mit Standardabweichung sowie Median mit Range der Säureclearance-Zeit der einzelnen Patienten	45
Tabelle 4.3.9: Altersgruppe 4 – Mittelwert des Mittelwertes mit Standardabweichung und Median des Medianes mit Range der Säureclearance-Zeit.....	46
Tabelle 4.3.10: Altersgruppe 4 – Mittelwert mit Standardabweichung des niedrigster pH der Refluxereignisse der einzelnen Patienten	46
Tabelle 4.3.11: Altersgruppe 4 – Mittelwert des Mittelwertes mit Standardabweichung des niedrigsten pH der Refluxereignisse.....	46
Tabelle 4.3.12: Altersgruppe 4 – Häufigkeit der Reluxereignisse in den einzelnen Säurekategorien der einzelnen Patienten	47
Tabelle 4.3.13: Altersgruppe 4 – Mittelwert mit Standardabweichung der Häufigkeiten der Reluxereignisse in den einzelnen Säurekategorien.....	47
Tabelle 4.3.14: Altersgruppe 4 – Häufigkeiten der Steighöhen der Refluxereignisse der einzelnen Patienten.....	48
Tabelle 4.3.15: Altersgruppe 4 – Mittelwert mit Standardabweichung der Häufigkeiten der Steighöhen der Refluxereignisse.....	48
Tabelle 4.4.1: Altersgruppe 5 – Geschlecht und Alter der einzelnen Patienten	49
Tabelle 4.4.2: Altersgruppe 5 – Anzahl GÖR der einzelnen Patienten	49
Tabelle 4.4.3: Altersgruppe 5 – Mittelwert mit Standardabweichung der Anzahl GÖR/24h und GÖR/h.....	49
Tabelle 4.4.4: Altersgruppe 5 – einzelne Patienten: Anteil Refluxereignisse mit signifikantem Saurereflux	50
Tabelle 4.4.5: Altersgruppe 5 – Mittelwert mit Standardabweichung des Anteils der Refluxereignisse mit signifikantem Saurereflux an allen Refluxereignissen pro 24h	50

Tabelle 4.4.6: Altersgruppe 5 – Mittelwert mit Standardabweichung sowie Median mit Range der Bolusclearance-Zeit der einzelnen Patienten.....	51
Tabelle 4.4.7: Altersgruppe 5 – Mittelwert des Mittelwertes mit Standardabweichung und Median des Medianes mit Range der Bolusclearance-Zeit.....	51
Tabelle 4.4.8: Altersgruppe 5 – Mittelwert mit Standardabweichung sowie Median mit Range der Säureclearance-Zeit der einzelnen Patienten	51
Tabelle 4.4.9: Altersgruppe 5 – Mittelwert des Mittelwertes mit Standardabweichung und Median des Medianes mit Range der Säureclearance-Zeit.....	52
Tabelle 4.4.10: Altersgruppe 5 – Mittelwert mit Standardabweichung des niedrigster pH der Refluxereignisse der einzelnen Patienten	52
Tabelle 4.4.11: Altersgruppe 5 – Mittelwert des Mittelwertes mit Standardabweichung des niedrigsten pH der Refluxereignisse.....	52
Tabelle 4.4.12: Altersgruppe 5 – Häufigkeit der Reluxereignisse in den einzelnen Säurekategorien der einzelnen Patienten	53
Tabelle 4.4.13: Altersgruppe 5 Mittelwert mit Standardabweichung der Häufigkeiten der Reluxereignisse in den einzelnen Säurekategorien	53
Tabelle 4.4.14: Altersgruppe 5 – Häufigkeiten der Steighöhen der Refluxereignisse der einzelnen Patienten	53
Tabelle 4.4.15: Altersgruppe 5 – Mittelwert mit Standardabweichung der Häufigkeiten der Steighöhen der Refluxereignisse.....	54
 Tabelle 4.5.1: Altersgruppen 2, 3, 4 und 5 – Mittelwert mit Standardabweichung der Anzahl der GÖR pro 24h und pro h.....	54/71
Tabelle 4.5.2: Altersgruppen 2, 3, 4 und 5 – Mittelwert des Anteils der Refluxereignisse mit signifikantem Säurereflux an allen Refluxereignissen	55/71
Tabelle 4.5.3: Altersgruppen 2, 3, 4 und 5: Mittelwert des Mittelwertes mit Standardabweichung und Median mit Range der Bolusclearance-Zeit.....	56/72
Tabelle 4.5.4: Altersgruppen 2, 3, 4 und 5: Mittelwert des Mittelwertes mit Standardabweichung und Median mit Range der Säureclearance-Zeit	58/72
Tabelle 4.5.5: Altersgruppen 2, 3, 4 und 5: Mittelwert des Mittelwertes mit Standardabweichung des niedrigsten pH der Refluxereignisse	59/72
Tabelle 4.5.6: Altersgruppen 2, 3, 4 und 5: Mittelwerte der Häufigkeiten der Refluxereignisse in den einzelnen Säurekategorien.....	60/72
Tabelle 4.5.7: Altersgruppen 2, 3, 4 und 5: Mittelwerte mit Standardabweichungen der Häufigkeiten der erreichten Steighöhen der Refluxereignisse.....	62/73

Verwendete Abkürzungen:

ACT: Acid-Clearance-Time = Säureclearance-Zeit

BCT: Bolus-Clearance-Time = Bolusclearance-Zeit

EEG: Elektroenzephalogramm

EKG: Elektrokardiographie

GERD : Gastro-esophagel Reflux Disease = Gastro-ösophageale Refluxerkrankung

GÖR : Gastro-ösophagelaer Reflux

G-PIG: German Pediatric Impedance Group

LES: Lower Esophageal Sphincter = unterer Ösophagussphinkter

LPZ: Low Pressure Zone

MII : Multiple intraluminale Impedanz

PPI: Protonenpumpeninhibitor

RWTH: Rheinisch-Westfälische Technische Hochschule

SIDS : Sudden Infant Death Syndrome = plötzlicher Kindstod

Cornelia T. Sperlich

„Normwerte aus kombinierten pH-Metrie-Impedanzmessungen zur Diagnostik eines gastroösophagealen Refluxes
im Kindesalter – Ergebnisse einer Pilotstudie“

1 Einleitung

1.1 Gastroösophagealer Reflux

1.1.1 Begriffsdefinitionen GÖR, Regurgitation und GERD

Unter gastroösophagealem Reflux (GÖR) versteht man den Rückfluss von Magensaft in die Speiseröhre. Regurgitation ist das Zurückströmen von Speisen in die Mundhöhle. Es ist eine Manifestation des GÖR (Psyhyrembel Klinisches Wörterbuch, de Gruyter, 259. Auflage, 2002. S. 1426, S. 1429; ESPGAN, Vandenplas Y 1998). Von einer Refluxkrankheit (auch GERD oder gastroesophageal reflux disease) spricht man, wenn neben einem nachgewiesenen GÖR Symptome bemerkbar sind z.B. Gedeihstörungen und pulmonale Aspiration (Koletzko, B in Pädiatrie, Speer DC und Gahr M, Springer-Verlag 2001, S. 96).

1.1.2 GÖR im Kindesalter

1.1.2.1 Epidemiologie

Im Säuglingsalter ist der gastroösophageale Reflux physiologisch und sistiert in den meisten Fällen spontan (Del Buono R et al 2005). Es kommt zu Reflux bei 85% der sehr kleinen Frühgeborenen (Newell SJ et al 1989), bei ca. 50% aller Kinder bis zum 2. Lebensmonat und nur noch bei 1% bis zum 12. Lebensmonat (Colletti RB et al 1995). Es wird jedoch davor gewarnt, einem Dogma des „sich auswachsenden Reflux“ zu verfallen, denn es wird eine subklinische Persistenz des Auftretens des Refluxes und somit einer unbemerkten ösophagealen Schädigung befürchtet, die eventuell eine Prädisposition für Folgeerscheinungen wie Strikturen, Barrett und das Adenokarzinom des Ösophagus sein kann (Gold, BD 2006).

1.1.2.2 Eigenschaften des Reflux

1.1.2.2.1 Zusammensetzung

Nicht zuletzt im Hinblick auf die diagnostischen Methoden ist es wichtig, die Zusammensetzung des Refluxes zu kennen. Der Anteil saurer Refluxereignisse, d.h. pH < 4, nimmt mit dem Alter des Kindes und der Zeitspanne nach der letzten Mahlzeit zu (Condino AA et al 2006). Die Refluxhäufigkeit ist negativ korreliert mit der Magenleerungsgeschwindigkeit und die Häufigkeit von saurem Reflux ist positiv korreliert mit der Magenfüllung (Cresi F et al 2006). Fast drei Viertel aller GÖR treten in den ersten beiden Stunden nach der letzten Mahlzeit auf (Skopnik H et al 1996). Besonders in diesen ersten beiden postprandialen Stunden kommt es überwiegend zu Reflux mit einem pH von 4-7 (Wenzl TG et al 1999). Dieses erklärt sich durch die Pufferungswirkung der Milchnahrung auf die Magensäure (Skopnik H et al 1996).

Laut Condino et al ist der Reflux bei einer untersuchten Gruppe von Säuglingen mit klinischem Verdacht auf GÖR zu 47 % sauer und zu 53% nicht sauer (Condino AA et al 2006). López-Alonso et al sprechen bei gesunden Frühgeborenen von 25% sauren (pH <4) und 72 % schwach sauren (pH 4-7) Refluxereignissen (López-Alonso M et al 2006). Nicht saurer GÖR ist im Säuglingsalter mindestens so häufig wie saurer GÖR (Mattioli G et al 2006).

1.1.2.2.2 Steighöhe

Etwa 90% aller Refluxereignisse bei gesunden Frühgeborenen erreichen eine Steighöhe bis in den oberen Ösophagus (López-Alonso M et al 2006), trotzdem können GÖR auch ohne sichtbare Zeichen von Regurgitation oder Erbrechen passieren (Vandenplas Y 1997).

1.1.2.3 Ätiologie und Pathophysiologie

Als pathophysiologische Ursachen des kindlichen GÖR können ein verkürzter LES (lower esophageal sphincter), ein niedriger LES-Druck sowie ein langsames ösophageales Clearing angenommen werden. Die wesentliche Pathologie ist in einer

transienten LES-Relaxation zu suchen, welche zu einem unpassenden Zeitpunkt auftritt, also nicht im Schluck (ESPGAN, Vandenplas Y 1998). Eine vorübergehende Unreife des frühkindlichen Gastrointestinaltraktes korreliert mit einer hohen Prävalenz von GÖR in den ersten Lebensmonaten. Es können als Ursachen für GÖR auch ein kurzer abdominaler Ösophagus und eine verzögerte Magenentleerung angenommen werden (Keady S 2007). Ob Körpergewicht eine Rolle spielt, untersuchten Stordal et al, und stellten fest, dass übergewichtige Kinder häufiger GÖR-Symptome beklagen als normalgewichtige Kinder (Stordal K et al 2006). Wie bei Erwachsenen kann es bei erhöhtem intraabdominellen Druck zu vorübergehenden LES-Relaxationen kommen. Erhöhter intraabdomineller Druck kommt beispielsweise bei verstärkter Atemarbeit – etwa im Rahmen von Apnoen – vor. Daher können Apnoen einen Reflux auslösen (Wenzl TG et al 2001). Ebenso können Nahrungsmittelunverträglichkeiten eine Ursache von GÖR bei Kindern sein (Semeniuk J et al 2006).

Die Häufigkeit des GÖR und dessen Steighöhe variieren je nach Aktivitäten, Körperposition, Schlafstadien und Abstand zur letzten Mahlzeit. Bei gesunden Kindern ist die Refluxanzahl am höchsten im wachen Zustand, während es in ruhigem Schlaf so gut wie gar nicht zu Reflux kommt. Die längsten Refluxepisoden findet man in aktivem Schlaf, gefolgt von Wachheit und die kürzesten in ruhigem Schlaf. Vor fast 90 % aller Refluxereignisse bewegt sich das Kind (Jeffrey HE et al 1991). Wenzl et al fanden bei Säuglingen mit Regurgitation oder respiratorischen Symptomen etwa gleich viele GÖR in aktivem Schlaf, ruhigem Schlaf und Wachheit (Wenzl TG et al 1999). In Bauchlage ist die Anzahl von GÖR vermindert (Boix-Ochoa J et al 1980).

1.1.2.4 Symptomatik und Komplikationen

Bei älteren Kindern ähneln die GÖR-Symptome denen von Erwachsenen. Es werden Sodbrennen, Regurgitation und ein sauer Geschmack beklagt (Colletti RB et al 1995). Bei Säuglingen hat GÖR oft keine Symptome. Bei ihnen können jedoch neben offensichtlichen gastrointestinalen Symptomen wie Regurgitation und Spucken auch Weinen und Irritabilität auf GÖR hinweisen (Hyman PE 1994).

Lang anhaltender oder sehr häufiger GÖR kann bei Kindern Ursache von Morbidität sein (ESPGAN / Vandenplas Y 1992). Wird durch den spuckenden Säugling dauerhaft zu wenig Nahrung eingenommen, kann es zu Gedeihstörungen und Mangelerscheinungen kommen.

GÖR steht im Verdacht Auswirkungen auf den Respirationstrakt zu haben. Wie bei Erwachsenen kann es zu Aspiration von refluxierten Flüssigkeiten kommen, was zu Aspirationspneumonien führen kann. Chronische Atemwegsbeeinträchtigungen können ebenfalls als Folge von GÖR angenommen werden. GÖR tritt bei etwa zwei Dritteln der Kinder mit Asthma bronchiale auf. Ob und wie ein Kausalitätszusammenhang besteht, ist nicht gänzlich geklärt, allerdings verbessert bei diesen Patienten eine konsequente antirefluxive Therapie die Symptomatik des Asthmas (Khoshoo V et al 2006).

Es wird ein kausaler Zusammenhang zwischen Apnoen und Regurgitation vermutet (Menon AP et al 1985; Sheikh S et al 1999). Paton et al und Mousa et al konnten diesen Zusammenhang nicht nachweisen (Paton JY et al 1990; Mousa H et al 2005), während Wenzl et al bei einer Gruppe von Säuglingen mit häufiger Regurgitation oder respiratorischen Symptomen eine Assoziation zwischen GÖR und Atemauffälligkeiten bei ca. 84% fanden. Es wird davon ausgegangen, dass ein komplexer neurorespiratorischer Reflexmechanismus die Lungen vor Reflux schützt. Reflux, der den Hypopharynx erreicht, könne demnach laryngeale Rezeptoren stimulieren und eine Apnoe auslösen. Bei einem insuffizienten Reflex komme es zu Aspirationen und bei einer Überreaktion zu Apnoen und Sauerstoffsättigungsabfällen (Wenzl TG et al 1999). Es konnte beobachtet werden, dass die Dauer eines GÖR mit der Inzidenz von Apnoen korreliert (Wenzl TG et al 2001). Experimentell konnten Apnoen induziert werden durch Einbringen von Säure in den Ösophagus, nicht jedoch durch das Einbringen von Wasser oder Nahrung (Herbst JJ et al 1979). Eine künstlich induzierte distale ösophageale Säureinfiltration führt zu einem verlängertem Atemzyklus, zu verlängerten RR-Intervallen im EKG und zu Veränderungen im EEG (Ramet J et al 1992). Allerdings scheinen die meisten Reflux-Episoden nicht in zeitlichem Zusammenhang mit Herzfrequenzveränderungen zu stehen (Suys B et al 1994).

Es kann durch GÖR zu Luftwegsinfekten, rezidivierenden Aspirationen und lebensbedrohlichen Situationen kommen wie Apnoen und daraus resultierenden Sauerstoffsättigungsabfällen (Wenzl et al 1999).

GÖR wird verdächtigt, eine Rolle in der Pathogenese der kindlichen Otitis media zu spielen. Bei 14,4% aller Proben von Mittelohrflüssigkeit bei Kindern mit Otitis media wurde eine deutlich nachweisbare Konzentration von Pepsin gefunden (He, Z et al 2007).

Unter SIDS-Opfern (SIDS = Sudden Infant Death Syndrome) sowie „beinahe“ SIDS-Opfern finden sich vermehrt GÖR-Symptome (Herbst JJ et al 1978). Es konnte bisher

nicht ausgeschlossen werden, dass GÖR daher eine signifikante Ursache von Säuglingssterben bzw. dem SIDS ist (Jolley SG et al 1991).

Wie bei erwachsenen Patienten korreliert eine lange Säureexposition mit Ösophagitis. Eine lange Säureclearance-Zeit – d.h. eine lange Zeit bis zur pH-Neutralisation in der Speiseröhre nach saurem Reflux – ist vermutlich für den Schaden an der Speiseröhre entscheidender als eine hohe Anzahl kurzer Refluxereignisse, die in der Summe kürzer ist (Boix-Ochoa J et al 1980). Andererseits wird vermutet, dass hauptsächlich das Pepsin im Refluxat den Ösophagus schädigen könne und es nicht auf den pH-Wert ankomme (Del Buono R et al 2006). Überstrecken und Nahrungsverweigerung aufgrund von Odynophagie können Symptome einer Ösophagitis sein (Hyman PE 1994).

Zusammenfassend können als Folgen von GÖR Irritabilität, Gedeihstörungen, Aspirationspneumonien, Reflexapnoen und SIDS sowie Schädigung der Ösophagusschleimhaut auftreten.

1.1.2.5 Therapie

Bei dem bei vielen Säuglingen zu beobachtenden GÖR-Symptom Spucken von Milch nach der Fütterung sollten die Eltern über die Harmlosigkeit des Symptoms aufgeklärt werden. Es kann empfohlen werden, kleinere Nahrungsportionen zu geben und das Kind danach angemessen aufstoßen zu lassen. Versuchsweise kann eine Höherlagerung des Kopfes und Oberkörpers des Kindes durch Schrägstellen der Matratze bzw. des Bettchens unternommen werden.

Erst wenn sich zu Regurgitation und Spucken Hinweise auf eine Refluxkrankheit ergeben, sollte eine Therapie erwogen werden. Solche Hinweise können z.B. Trinkschwäche, Nahrungsverweigerung und Gedeihstörungen sein.

Es ist nachgewiesen, dass Säuglinge in liegender Lagerung auf der linken Seite sowie auf dem Bauch weniger GÖR haben als Säuglinge in Rücken- oder Rechtsseitenlage (Corvaglia, L et al 2007). Allerdings wird die Bauchlage bei Säuglingen, die nicht an einem Monitor überwacht werden, nicht empfohlen, da sie mit dem SIDS in Zusammenhang gebracht wird.

Erwogen werden kann die Gabe von angedickter Säuglingsnahrung (Koletzko, B in Pädiatrie, Speer DC und Gahr M, Springer-Verlag 2001, S. 96). Bei Frühgeborenen konnte jedoch durch das Andicken der Muttermilch mit Stärke keine Reduzierung des

GÖR festgestellt werden (Corvaglia L et al 2006). Ebenfalls angewandt wird das Andicken mit Johannisbrotkernmehl. Dies scheint sicher und effektiv zu sein.

Eine schnelle Symptomlinderung ermöglichen Antazida. Alginat-enthaltende Antazida wie Gaviscon-Infant® haben einen fraglichen Effekt und sind kontraindiziert bei drohendem hohen Flüssigkeitsverlust z.B. bei exzessivem Erbrechen, da es dann zu gastrointestinaler Obstruktion kommen kann. Alginat-Zubereitungen mit Aluminium sollten möglichst vermieden werden besonders bei renaler Dysfunktion oder Unreife.

Bei mittlerer und schwerer Refluxkrankheit stehen andere Medikamente zur Wahl: Prokinetika und Säuresuppressoren. Zu den Prokinetika zählen Domperidon und Erythromycin, wobei bei letzterem das Problem der Resistenzentstehung abgewogen werden muss. MCP hat sich in Studien kaum wirksamer gezeigt als Placebo. Cisaprid wurde 2005 wegen unerwünschten Nebenwirkungen, nämlich teils klinisch relevanten QT-Zeit-Verlängerungen vom Markt genommen. Desweiteren ist eine säuresuppressive Therapie mit Protonenpumpenhemmern (PPI) oder Histamin-H₂-Rezeptorblockern möglich. Einige Autoren beklagen, dass besonders die PPI zu oft empirisch bei Säuglingen eingesetzt werden, obwohl es noch keine eindeutige Studienlage diesbezüglich gibt und es gerade in dieser Altersgruppe den sogenannten physiologischen GÖR gibt (Omari, T. et al 2008). Eine durch Antazida hervorgerufene Achlorhydrie des Magens kann bakterielle Infektionen z.B. des Respirationstraktes begünstigen.

Die operative Fundoplicatio ist i.d.R. Patienten vorbehalten, bei denen eine medikamentöse Therapie nicht zu Erfolg führt (Keady S 2007).

1.2 Diagnostische Möglichkeiten bei GÖR

Die Diagnostik des GÖR gestaltet sich bis heute schwierig: Probleme bereiten die Variabilität der Symptome sowie der Mangel an diagnostischen Möglichkeiten und diagnostischen Kriterien. Dies führt zum Teil zu unnötiger medikamentöser und operativer Therapie (Omari, T., 2008).

Neben den in dieser Studie benutzten Methoden Impedanzmessung und pH-Metrie, werden ebenfalls bildgebende Verfahren, Manometrie und Endoskopie zur Diagnostik des GÖR verwendet.

1.2.1 Bildgebende Verfahren

Zu den bildgebenden Verfahren zählen Sonographie, Szintigraphie sowie Bariumbreischluck mit röntgenologischer Durchleuchtung.

Bei allen bildgebenden Verfahren kann immer nur ein kurzer Zeitraum beobachtet werden. In diesem tritt nicht unbedingt ein Reflux auf. Will man ein Refluxereignis beobachten, muss man es i.d.R. provozieren, was demnach kein Bild physiologischer Verhältnisse liefert. Gerade bei Kindern sollte außerdem von jeder unnötigen Strahlenbelastung durch Röntgenstrahlen abgesehen werden.

Der große Vorteil jedoch liegt in der Diagnostik von morphologischen Auffälligkeiten wie beispielsweise Hiatushernien.

1.2.2 Manometrie

Mit der Manometrie werden Drücke im Inneren des Ösophagus gemessen. Druckänderungen können durch die ösophageale Peristaltik oder durch die Passage eines Bolus entstehen. Unterschieden werden kann aber zwischen diesen beiden Ursachen nicht. Allerdings kann die Manometrie zur Untersuchung einer sogenannten „Low Pressure Zone“ (LPZ) eingesetzt werden. Es wird vermutet, dass sich die LPZ im Ösophagus am Übergang von quergestreifter zu glatter Muskulatur befindet und dass sie die Bolusbewegungen eines Reflux beeinflussen könne (Pohl, D. et al, 2008).

1.2.3 Endoskopie

Die Endoskopie zeigt die makroskopische Beschaffenheit der ösophagealen Schleimhaut. Durch die Entnahme von Biopsien können auch mikroskopische Eigenschaften beurteilt werden. Die Endoskopie ist vor allem sinnvoll zur Beurteilung bereits stattgefundenener ösophagealer Schädigung. Es können beispielsweise Ösophagitis und Strikturen erkannt werden. Allerdings ist diese eine der invasivsten Methoden.

1.2.4 pH-Metrie

Zur Diagnostik von nicht vorhersehbaren Ereignissen wie einem spontan auftretendem Reflux sollte ein ideales diagnostisches Mittel in physiologischen Situationen eines

normalen Tagesablaufes einsetzbar sein und den Patienten nicht stark belasten. Dieses Mittel sollte eindeutige Befunde liefern und eine hohe Sensitivität und Spezifität haben. Diese Ansprüche erfüllt die kombinierte pH-Metrie-Impedanzmessung.

Seit ihrer Erfindung 1974 galt die alleinige pH-Metrie noch bis vor Kurzem als der Standard in der Diagnostik des kindlichen GÖR (Colletti RB et al 1995; ESPGAN, Vandenplas Y 1992). In der Regel wird eine 24-stündige Messung durchgeführt, bei der eine Sonde mit einer pH-Elektrode über eine Nasenloch in den Ösophagus eingeführt wird und so positioniert wird, dass die pH-Elektrode in einer bestimmten Höhe über dem LES zu liegen kommt. Dazu wird die designierte Position mithilfe der Strobel-Formel (siehe unten) berechnet. Die genaue Lage der Sondenspitze wird danach röntgenologisch verifiziert. Parallel zur Messung können die Patienten bzw. ihre Eltern ein Tagebuch führen über die Aktivitäten, die Fütterungszeiten und die Körperposition des Kindes, um die hierdurch hervorgerufenen Artefakte zu erkennen. Die pH-Metrie kann ambulant durchgeführt werden (ESPGAN, Vandenplas Y 1992).

Mit einer ähnlichen Sonde können gleichzeitig der pH im Magen und im unteren Ösophagus gemessen werden. Dabei wird je eine pH-Elektrode kurz unter und über dem LES positioniert (Iftikhar SY et al 1995).

Es bietet sich auch die Möglichkeit, die pH-Metrie ohne eine nasoösophageale Sonde durchzuführen. Dazu kann eine kabellose pH-Messsonde endoskopisch in den Ösophagus eingebracht werden, die mit einer Nadel an der Schleimhaut befestigt wird. Die Messdaten werden über Funk zur Aufzeichnung übertragen. Die Sonde soll nach einigen Tagen von der Schleimhaut abfallen und über den Gastrointestinaltrakt ausgeschieden werden. Diese Sonde soll gleich sicher sein wie die nasoösophageale Sonde und gleich gute Ergebnisse liefern. Der Vorteil soll darin liegen, dass sie gerade von Kindern besser toleriert wird (Croffie, JM et al 2007).

Bei der pH-Metrie wird ein Abfall im ösophagealen pH gleichgesetzt mit einem sauren Refluxereignis. Als Grenzwert wird dabei der pH-Wert 4 benutzt. Ein erneuter Anstieg des pH über 4 zeigt die Säureclearance im Ösophagus an (Wenzl TG 2002).

Der Nachteil der pH-Metrie liegt darin, dass mit ihr keine GÖR erkannt werden, die einen pH über 4 haben. Schwach saure Refluxereignisse (pH 4-7) machen aber mehr als die Hälfte aller Refluxereignisse aus. Gerade in den ersten beiden postprandialen Stunden ist der pH des Reflux in diesem schwach sauren Bereich, da die Magensäure durch die Nahrung neutralisiert wird. Ein schwach saurer (pH 4-7) oder nicht saurer (pH > 7) Reflux wird durch die pH-Metrie nicht erkannt (Condino AA et al 2006; Del

Buono et al 2006). Daher kann die pH-Metrie zu falsch negativen Befunden führen (Cucciara S et al 1990). Außerdem kommt es in 22% der Fälle zu falsch positiven Befunden (Hila A et al 2007). Dabei wird beispielsweise durch Schlucken von sauren Flüssigkeiten (Saft) ein saurer pH erzeugt, der von der pH-Metrie einem GÖR gleichgesetzt wird. Nach der Clearance eines vorausgegangenen Reflux kann es zu einem Oszillationsphänomen kommen, wobei ein erneuter pH-Abfall auftritt, obwohl kein neuer Reflux stattfindet. Dieses führt ebenso zu falsch positiven Befunden (Skopnik H et al 1996).

Als Grenzwert für pathologischen Reflux wird i.d.R. ein Refluxindex von 5 angewendet, i.e., dass der pH im Ösophagus 5% der Messzeit (oder mehr) im sauren Bereich liegt.

1.2.5 Impedanzmessung

Die multiple intraluminale Impedanzmessung (MII) wurde gegen Ende der 1980er Jahre am Helmholtz-Institut für Biomedizinische Technik in Aachen entwickelt. Impedanz ist definiert als Verhältnis von Spannung und Strom: $Z = U / I$ (Ohm). Die Impedanz ist dabei umgekehrt proportional zur Konduktivität. Die Impedanz zwischen zwei Elektroden auf einer in einem Hohlorgan (wie z.B. dem Ösophagus) liegenden Sonde ändert sich mit der Passage eines Bolus. Auf Impedanzänderungen beruht die MII.

Für die MII des Ösophagus wird ein Messkatheter über ein Nasenloch in die Speiseröhre eingebracht, der an definierter Stelle zu liegen kommt. Auf diesem Katheter sind mehrere bipolare Elektroden in definierten Abständen angebracht.

Zwischen den einzelnen Elektroden liegt eine Spannung an. Mit einer Stromstärke von weniger als 6 mikro Ampere liegt der benutzte Strom weit unter der Schwelle, die zur Stimulation menschlicher Nerven oder Muskeln nötig ist. Die anliegende Spannung verändert sich mit der Leitfähigkeit in ihrer Umgebung. Die höchste Impedanz besteht, wenn der Katheter von Luft umgeben ist. Liegt die Sonde der Ösophagusschleimhaut an, ist die Impedanz niedriger als in Luft. Die niedrigste Impedanz besteht, wenn die Sonde von Flüssigkeit umgeben ist.

Aus dem zeitlichen Verlauf der Impedanz kann abgeleitet werden, wann sich ein Flüssigkeitsbolus im Ösophagus befindet.

Die Impedanz wird jeweils zwischen zwei auf dem Katheter nebeneinanderliegenden Elektroden gemessen. Eine solche Messeinheit wird Impedanz-Kanal bzw. MII-Kanal genannt.

Der oberste Impedanzkanal ist definiert als Kanal 1 und die darunter liegenden Kanäle werden in aufsteigender Reihenfolge bis Kanal 6 nummeriert. Kanal 1 liegt also dem Oropharynx am nächsten und Kanal 6 liegt dem unteren Ösophagussphinkter am nächsten.

Aus dem zeitlichen Zusammenhang der Impedanzveränderungen der verschiedenen Impedanzkanäle kann zurückgeschlossen werden auf die Bewegungsrichtung des Bolus. Damit kann unterschieden werden zwischen Reflux und Schluck, also retro- und anterograder Boluspassage (Wenzl TG 2002).

Bei einem Refluxereignis gibt der oberste durch Bolus beeinflusste Impedanzkanal Nachweis über die Steighöhe.

Nach einem Impedanzabfall ist der erneute Anstieg der Impedanz gleichbedeutend mit der Bolusclearance-Zeit (BCT). Clearance bezeichnet die Zeit von Eintreten eines Bolus, bis der beobachtete Ösophagusabschnitt wieder frei von dem zuvor passierten Bolus ist. Dabei ist die BCT beendet, wenn 50% der initialen Impedanz wieder erreicht sind. Dies entspricht einer über 90%igen Clearance (Skopnik H et al 1996). Im folgenden bezieht sich die Bolusclearance-Zeit stets auf den dem unteren Ösophagussphinkter nächsten Kanal 6.

1.2.6 Kombinierte pH-Metrie-Impedanzmessung

Die multiple intraluminale Impedanzmessung liefert Informationen über das Vorhandensein von Boli im Ösophagus, die Richtung von Bolusbewegung, die erreichte Steighöhe und die Bolusclearance-Zeit. In Kombination mit einer zusätzlichen pH-Elektrode auf dem Katheter sind darüber hinaus der pH-Wert der Boli und die Säureclearance-Zeit (ACT) messbar (Del Buono R et al 2006; Castell DO et al 2005). ACT bezeichnet die Zeitspanne vom Abfall des pH unter 4 bis zum erneuten Anstieg des pH über 4. Ein solche Sonde ist schematisch in Abbildung 1 gezeigt.

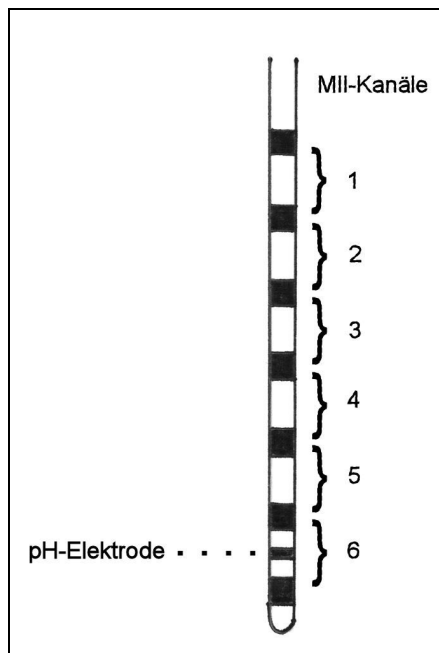


Abbildung 1: pH-Impedanz-Sonde mit 6 MII-Kanälen

Die kombinierten pH-Metrie-Impedanz-Messungen werden kontinuierlich über 24 Stunden durchgeführt und in einer tragbaren Messeinheit aufgezeichnet. Parallel zur Messung können die Patienten Protokoll führen über ihre Mahlzeiten, Aktivitäten, Körperlage (aufrecht oder liegend) und Symptome. So kann bei der Auswertung eine Assoziation zwischen den Refluxereignissen und den im Protokoll notierten Gegebenheiten untersucht werden. Abbildung 2 zeigt ein Bild einer Patientin bei einer Messung. Die Abbildung wurde freundlicherweise von den Eltern der Patientin gestattet.



Abbildung 2: Patientin während pH-Metrie-Impedanz-Messung.

Die pH-Metrie-Impedanz-Sonde wurde durch das rechte Nasenloch in den Ösophagus eingebracht und ist mit der im Vordergrund zu sehenden ambulanten Messeinheit verbunden.

Die aufgezeichneten Messungen werden für die Auswertung mit einer Software visualisiert. Dabei ergeben sich Bilder nach dem Schema, das in Abbildung 3 dargestellt ist. Gezeigt sind die 6 übereinander liegenden MII-Kanäle. Der pH-Kanal ist darunter dargestellt. Im Beispiel ist zu erkennen, dass die Impedanz zuerst im untersten Kanal abfällt, das heißt es handelt sich im Beispiel um einen Reflux. Der Impedanzabfall setzt sich fort bis in Kanal 1. Kurz darauf steigt die Impedanz beginnend in Kanal 1 wieder an, was bedeutet, dass der zuvor aufgestiegene Bolus geschluckt wird. Zu sehen ist, dass mit dem Eintreten des Bolus der pH abfällt. Es handelt sich also um einen sauren Reflux.

Im Beispiel sind der Reflux mit einem aufsteigenden und der Schluck mit einem absteigenden Pfeil sowie Bolus- und Säureclearance-Zeit mit Doppelpfeilen verdeutlicht.

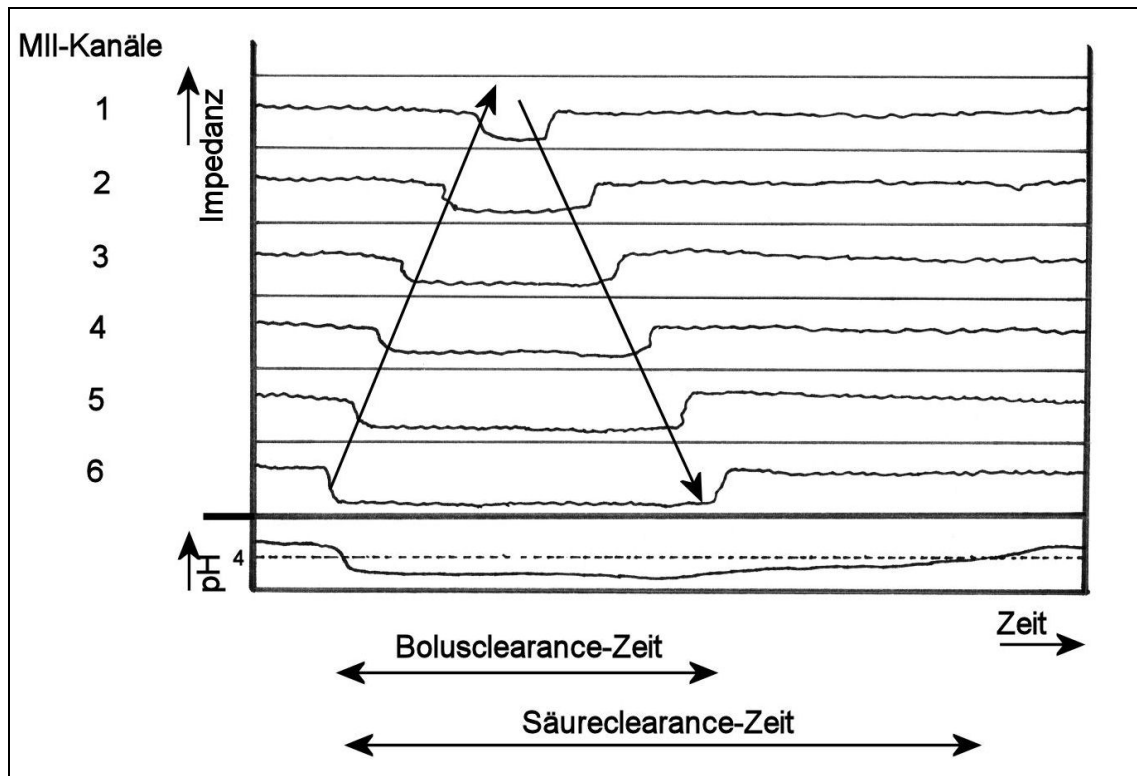


Abbildung 3: Schematische Darstellung eines sauren Refluxes in der pH-Metrie-Impedanz

Die Auswertung der pH-Metrie-Impedanz wird von einem erfahrenen Untersucher durchgeführt, der die gesamte Messdauer visuell-manuell prüfen muss. Es ist seiner Erfahrung überlassen, die Ergebnisse als pathologisch einzustufen und mit Bezug auf klinische Befunde eine Symptomassoziation zu diagnostizieren und die Indikation zu einer Therapie zu stellen. Eine individuelle Veränderung der Refluxeeigenschaften kann im Vergleich einer Messung vor Therapie und einer Messung unter oder nach Therapie untersucht werden. Die Auswertung ist nicht nur zeit- und kostenintensiv, sondern auch untersucherabhängig (Vandenplas Y et al 2007). Um die MII in der klinischen Routine zu etablieren, ist es daher unumgänglich, eine automatisierte Auswertung zu entwickeln und Normwerte zu definieren, um standardisiert eine Grenze zwischen normalen und pathologischen Befunden ziehen zu können (Mattioli G et al 2006).

Cornelia T. Sperlich

„Normwerte aus kombinierten pH-Metrie-Impedanzmessungen zur Diagnostik eines gastroösophagealen Refluxes im Kindesalter – Ergebnisse einer Pilotstudie“

2 Fragestellung

Die Zeit- und Kostenintensivität der kombinierten pH-Metrie-Impedanz hat bisher trotz ihrer diagnostischen Möglichkeiten den Einzug in die klinische Routinediagnostik verhindert.

Da GÖR im Kindesalter oft ein physiologisches Ereignis darstellt, ist es notwendig, eine Grenze zu ziehen zwischen pathologischen und physiologischen Befunden aus MII-pH-Metrie-Messungen.

Die vorliegende Arbeit will aus einem Datensatz von pH-Metrie-Impedanz-Messungen an für gesund beurteilten Kindern Normalwerte für GÖR für verschiedene Altersgruppen definieren.

Cornelia T. Sperlich

„Normwerte aus kombinierten pH-Metrie-Impedanzmessungen zur Diagnostik eines gastroösophagealen Refluxes im Kindesalter – Ergebnisse einer Pilotstudie“

3 Methodik

Die untersuchte Patientengruppe besteht aus Kindern unterschiedlichen Alters, bei denen bei Verdacht auf eine GERD in der Klinik für Kinder- und Jugendmedizin des Universitätsklinikums der RWTH Aachen eine kombinierte pH-Metrie-Impedanzmessung durchgeführt wurde. Eine Liste von Ausschlusskriterien schließt Daten von Patienten aus, bei denen eine Pathologie des Gastrointestinal-Traktes nachgewiesen oder vermutet werden kann, so dass nur Messungen von somatisch gesunden Patienten eingeschlossen werden.

Die untersuchten Patienten bekamen in der chronologischen Reihenfolge ihrer Untersuchung fortlaufende Patientennummern zugeordnet.

Ein genehmigter Ethikantrag für die Messungen liegt bei der Ethikkommission der RWTH Aachen vor. Die Patienten und / oder ihre Eltern wurden über die Messung aufgeklärt und erklärten sich schriftlich einverstanden.

Für die Messungen wurde eine ambulante Messeinheit „Sleuth“ (Model A, V3/04.5) der Firma Sandhill Scientific, USA verwendet. Für die pH-Metrie-Impedanz-Messung wurde ein naso-ösophagealer Einmalgebrauch-Mess-Katheter benutzt. Zusätzlich wurde eine externe pH-Referenzelektrode auf dem Epigastrium der Patienten befestigt. Nach Kalibrierung des Katheters auf pH 4,00 und pH 7,01 wurde dieser in den Ösophagus der Patienten eingebracht. Die gewünschte Lage der Spitze des Katheters im Ösophagus wurde nach der Strobel-Formel berechnet: Körperlänge (cm) $\times$ 0,252 + 5 cm ab Naseneingang. Die Lage wurde anschließend radiologisch verifiziert.

Das Kathetermodell wurde entsprechend der Körperlänge der Patienten ausgewählt:

- Körperlänge bis 75 cm: ZIN-S-61C01E Infant mit einem Elektrodenabstand von 1,5 cm
- Körperlänge 75-150 cm: ZPN-S-61C01E Pediatric mit einem Elektrodenabstand von 2 cm
- Körperlänge über 150 cm: ZAN-S-61C01E Adult mit einem Elektrodenabstand von 2 cm,

wobei die Katheter „Infant“ und „Pediatric“ 6 Impedanzkanäle besitzen und eine Antimon-pH-Elektrode in Höhe des Kanal 6 und der Katheter „Adult“ 6 Impedanzkanäle und eine Antimon-pH-Elektrode in Höhe des Kanal 5.

Die Messung wurde jeweils mit der aktuellen Version von Sleuth® aufgezeichnet. Hierbei wurden die Messprotokolle der Sleuth®-Software entsprechend der Körperlänge der Patienten ausgewählt. Bei korrekter Lage ist die Position der Spitze des Messkatheters damit definiert:

- Körperlänge bis 50 cm: „Short Infant“ GER-Monitoring 1.4, Ende des Messkatheters 1,5 cm über LES,
- Körperlänge 50 bis 75 cm: „Long Infant“ GER Monitoring 1.4, Ende des Messkatheters 2 cm über LES,
- Körperlänge 75-120 cm: „Short Pediatric“ GER Monitoring 1.4, Ende des Messkatheters 3 cm über LES,
- Körperlänge 120-150 cm: „Long Pediatric“ GER Monitoring 1.4, Ende des Messkatheters 4 cm über LES und
- Körperlänge über 150 cm: „Adult“ GER Monitoring 1.4, Ende des Messkatheters 5 cm über LES.

Diese Arbeit bezieht sich auf den Beobachtungszeitraum 01.01.2004 bis 31.12.2007.

Von allen in diesem Zeitraum in der o.g. Einrichtung untersuchten Kindern wurden nur die Messungen der Kinder für diese Arbeit analysiert, die folgende Kriterien erfüllten:

Einschlusskriterien:

- Eine 24h MII-pH-Metrie wurde durchgeführt.
- Die Messung muss vom Untersucher als normal im Sinne der Fragestellung zur Indikation der Messung befundet werden.
- Es dürfen keine therapeutischen Konsequenzen aus der Messung resultieren.
- Der Refluxindex muss unter 5% liegen (d.h. pH < 4 im Ösophagus in weniger als 5% der beobachteten Zeit).
- Die Kinder dürfen ausschließlich oral, altersentsprechend ernährt werden.

Ausschlusskriterien:

- Eine festgestellte Symptomassoziation im Sinne der Fragestellung/Indikation zur Messung
- Eine als auffällig befundene Messung
- Therapeutische Konsequenzen aus der Messung
- Reflux-Index $\geq 5\%$
- Ein/e pathologisch befundete/r Breischluck/Ösophagogastroduodenoskopie

- Motilitätsbeeinflussende Therapie, Drogen, Nicotin, Adipositas
- Antirefluxive/Antazide Therapie zu beliebigem Zeitpunkt
- Anatomische, strukturelle oder funktionelle chronische Anomalitäten des Gastrointestinaltraktes (z.B. Ösophagusatresie, V.a. Fistel, Pylorusstenose, Chronisch entzündliche Darmerkrankungen, Zöliakie etc.)
- Z.n. gastrointestinalen Operationen
- Ernährung via Magensonde / PEG / JPEG
- Nahrungswechsel während der Studie (nur Altersgruppe 1, 2)
- Wechsel der Nahrungsrouten während der Studie
- Helicobacter pylori-Nachweis zu beliebigem Zeitpunkt
- Akute Infektionen (z.B. Gastroenteritis, Luftwegsinfekt, Harnwegsinfekt, Meningitis usw. oder Fieber)
- Neurologische Erkrankungen (z.B. Zerebrale Paresen, Epilepsie, intrazerebrale Blutungen, Hirndruck usw.), psychomotorische Retardierung
- Chronische Lungenerkrankungen / Husten (z.B. Asthma bronchiale, Zystische Fibrose)
- Systemerkrankungen (z.B. Herzfehler, Chromosomenanomalie, Immundefekt, Nahrungsmittelallergie, metabolisch, hepatisch etc.)
- Apnoen (außer Altersgruppe 1)
- technischer/ medizinischer Drop-Out (z.B. Sondendefekt, Messabbruch usw.)

Diese Kriterien wurden anhand der Krankengeschichten der Patienten überprüft. Von jedem Patienten wurden das Alter zum Zeitpunkt der Messung, das Geschlecht und die Indikation zu Untersuchung vermerkt. Dann wurden die Patienten in fünf Altersgruppen unterteilt:

- Altersgruppe 1: Frühgeborene $\leq$ 37 Wochen Gestationsalter zum Untersuchungszeitpunkt
- Altersgruppe 2: Neugeborene $>$ 37 Wochen Gestationsalter bei Geburt und $\leq$ 1 Monat korrigiertes Alter zum Untersuchungszeitpunkt
- Altersgruppe 3: Säuglinge $>$ 1 Monat korrigiertes Alter und $\leq$ 1 Jahr
- Altersgruppe 4: Kleinkinder $>$ 1 Jahr bis $\leq$ 6 Jahre
- Altersgruppe 5: Schulkinder $>$ 6 Jahre bis $\leq$ 16 Jahre

Im Anschluss wurden die kombinierten pH-Metrie-Impedanzmessungen der Patienten visuell-manuell analysiert. Dazu wurde die Software „Bioview Analysis“ (Version 5.3.4, Sandhill Scientific USA) verwendet. Unabhängig voneinander wurden sie von zwei Untersuchern analysiert und die Ergebnisse danach verglichen und diskutiert, bis ein Konsensus erzielt wurde. In dieser Untersuchung wurde ein eventuell parallel zur Messung angefertigtes Ereignis- und Symptomprotokoll nicht ausgewertet. Es wurden jeweils 24 Stunden Messzeit betrachtet, um zu verhindern, dass eventuell vorhandene tageszeitliche Schwankungen die Ergebnisse verfälschen. Dauerte die Messung kürzer als 24 Stunden, wurde die kürzere Messdauer notiert.

Es wurden alle GÖR-Ereignisse tabellarisch festgehalten und fortlaufend durchnummeriert, die sich in der beobachteten Messdauer ereigneten.

Von jedem dieser Ereignisse wurde der niedrigste messbare pH-Wert während des Ereignisses vermerkt. Entsprechend dieses pH-Wertes wurde das Ereignis klassifiziert entsprechend der Säurekategorien: $\text{pH} < 4$: sauer (acid = a), $\text{pH} 4\text{--}7$: schwach sauer (weakly acid = wa) und $\text{pH} > 7$: nicht sauer (non acid = na). Diese Klassifizierung wurde mit der genannten Kurzschreibweise a, wa und na ebenfalls für jedes Ereignis vermerkt.

Bei jedem GÖR-Ereignis wurde die Steighöhe des Bolus im Ösophagus betrachtet. Dazu wurde in der visuellen Analyse der Messungen betrachtet, bis zu welchem Impedanzkanal die Impedanz während des Refluxereignisses abfällt. Die Steighöhe jedes GÖR-Ereignis wurde definiert als der höchste Kanal, bei dem ein Impedanzabfall beobachtet werden konnte. Die Steighöhe wurde tabellarisch vermerkt.

Bei jedem Refluxereignis wurde betrachtet, wie lange es dauert, bis nach Boluseintritt – erkennbar am Impedanzabfall im untersten Impedanzkanal - erneut der Bolus die Speiseröhre nach distal verlässt – erkennbar am erneuten Wiederanstieg der Impedanz im untersten Impedanzkanal. Diese Zeitspanne zwischen Ein- und Austritt des Bolus im untersten Impedanzkanal ist definiert als Bolusclearance-Zeit (=BCT). Die BCT in Sekunden wurde für jedes Ereignis tabellarisch vermerkt.

Bei Refluxereignissen, bei denen der pH gemessen an der pH-Elektrode des Messkatheters während des Bolusrefluxes für mindestens 0,1 Sekunde unter 4 liegt, besteht ein signifikanter Säurereflux. Die Zeitspanne zwischen Abfall des pH unter 4 bis zum erneuten Wiederansteigen des pH über 4 ist die Säureclearance-Zeit (ACT). Die ACT gibt die Dauer der Exposition der Ösophagus-Schleimhaut gegenüber saurem

Reflux an. Für jedes Refluxereignis, bei dem ein signifikanter Säurereflux messbar war, wurde die Säureclearance-Zeit in Sekunden vermerkt.

Die beschriebenen Parameter wurden für jeden Patienten in einem Tabellen-Schema in Microsoft ® Excel 2000 wie folgt notiert:

GÖR-Event-Nummer	niedrigster pH	Säurekategorie	Steighöhe [Kanäle]	Bolusclearance [sec]	Säureclearance [sec]
------------------	----------------	----------------	--------------------	----------------------	----------------------

Diese Tabellen befinden sich im Anhang.

Für das Verständnis der in dieser Arbeit benutzten Definitionen der Säureclearance-Zeit gibt es zwei Anmerkungen:

1)

Refluxereignisse, bei denen der pH an der pH-Elektrode des Messkatheters länger als 0,1 Sekunde unter 4 ist, sind definiert als Refluxereignisse mit signifikantem Säurereflux (siehe Abb. 4). Für diese Ereignisse kann eine Säureclearance-Zeit angegeben werden.

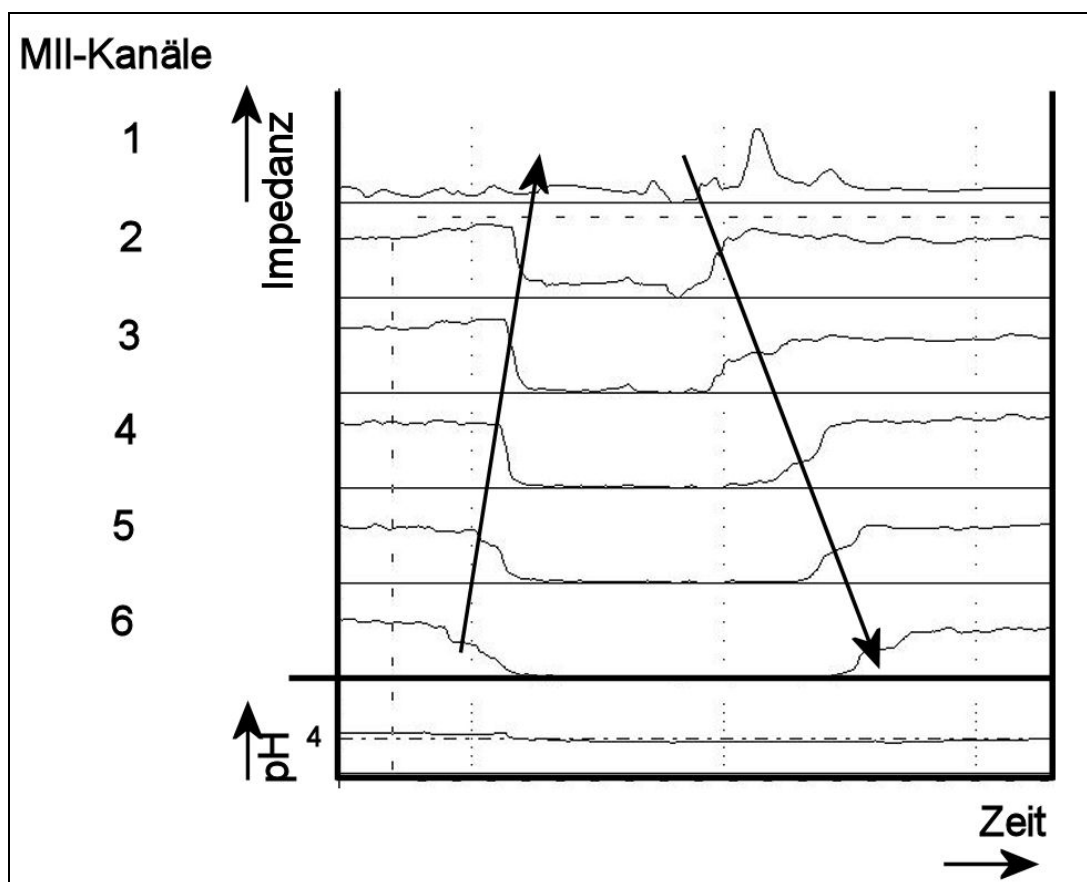


Abbildung 4 :Beispiel für ein Refluxereignis mit einem signifikanten Säurereflux

Refluxereignisse, bei denen der pH an der pH-Elektrode kürzer als 0,1 Sekunden unter 4 liegt sind keine Refluxereignisse mit signifikantem Säurereflux. Das können zum einen schwach saure oder nicht saure Refluxereignisse sein ($\text{pH} \geq 4$) (siehe Abb. 5), oder zum anderen saure Refluxereignisse, bei denen der pH kürzer als 0,1 Sekunde unter 4 liegt (siehe Abb. 6).

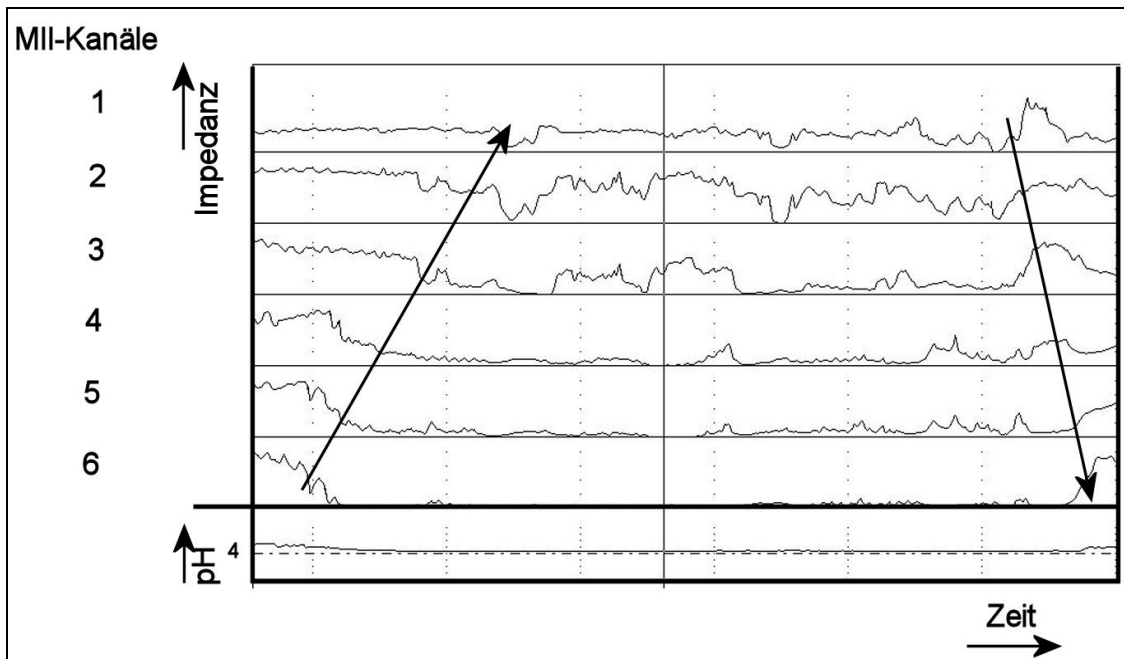


Abbildung 5: Beispiel für ein Refluxereignis ohne signifikanten Säurereflux und $\text{pH} > 4$

Im pH-Kanal fällt der gemessene pH während des Refluxereignisses nicht unter 4.

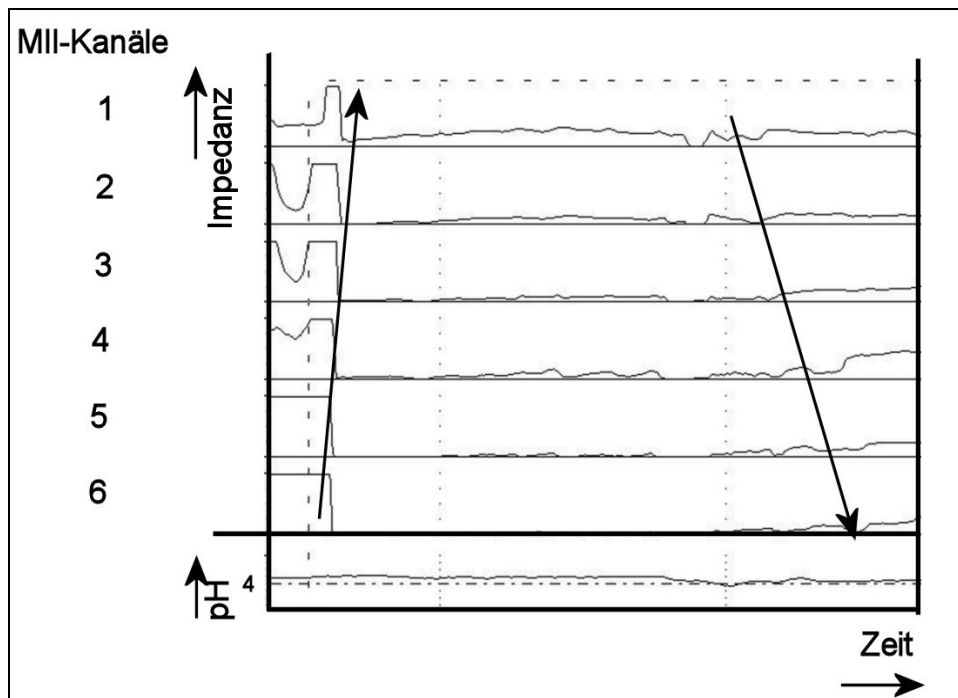


Abbildung 6: Beispiel für ein saures Refluxereignis ohne signifikanten Säurereflux

Im pH-Kanal fällt der pH während des Refluxereignisses für weniger als 0,1 Sekunde unter 4.

In der tabellarischen Auflistung der Refluxereignisse der einzelnen Patienten, welche sich im Anhang befindet, sind letztgenannte Ereignisse als „acid“ kategorisiert, aber es wird keine Säureclearance-Zeit angegeben.

2)

Bei zwei aufeinander folgenden Refluxereignissen mit signifikantem Säurereflux kann es vorkommen, dass die Säureclearance des ersten Ereignisses noch nicht abgeschlossen ist, bevor der Reflux des zweiten Ereignisses einfällt. In der visuellen Analyse solcher Ereignisse ist erkennbar, dass der pH-Abfall des ersten Ereignisses sich der Grenze pH 4 annähert, dann ein zweiter Reflux beginnt, der den pH erneut deutlich absenkt (siehe Abb.7).

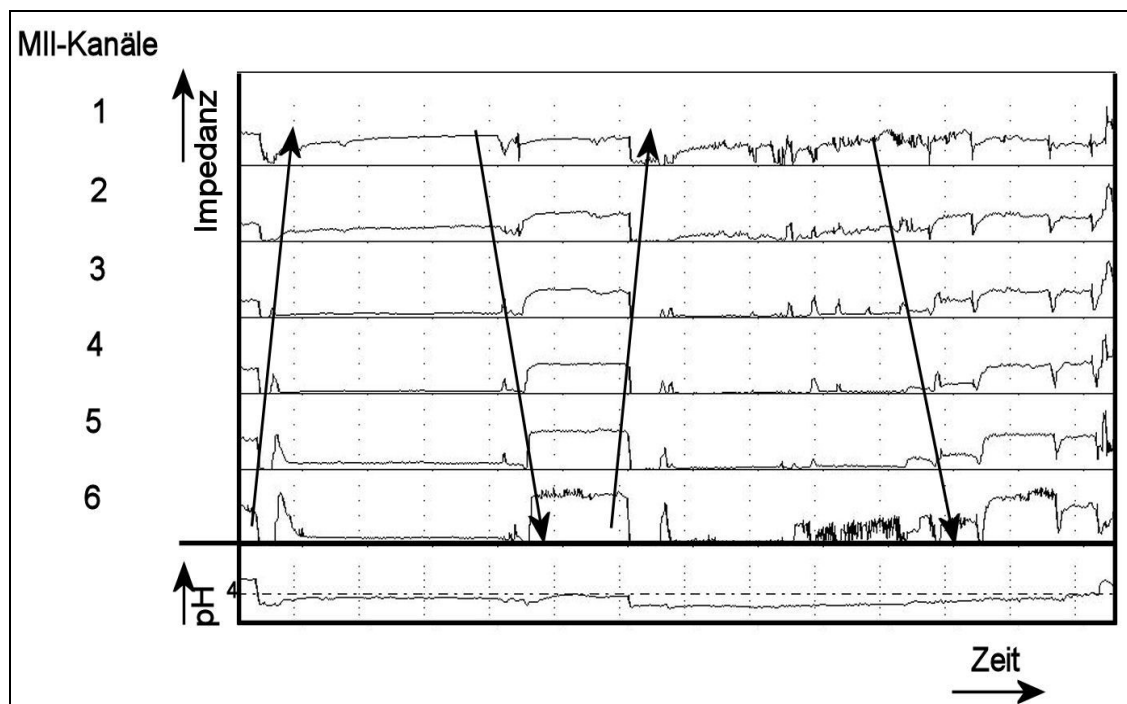


Abbildung 7: Zwei kurz aufeinanderfolgende Refluxereignisse mit signifikantem Säurereflux. Der Reflux des zweiten Ereignisses tritt auf, bevor die Säureclearance des ersten Ereignisses beendet ist.

In dieser Arbeit wurden diese Ereignisse in der Auswertung behandelt als zwei Refluxereignisse mit signifikantem Säurereflux, wobei die Säureclearance-Zeit des ersten Ereignisses beginnt mit dem initialen pH-Abfall unter 4 und endet mit dem Erreichen des pH 4 am Ende des zweiten Refluxereignisses. Die Säureclearance-Zeit des zweiten Ereignisses beginnt mit dem Beginn des zweiten Bolusrefluxes genau dann, wenn im pH-Kanal ein erneuter Abfall vermerkt wird und endet gemeinsam mit dem Ende der Säureclearance-Zeit des ersten Ereignisses, wenn der pH 4 wieder übersteigt. Dieses Verfahren wurde festgelegt unter der Annahme, dass zum einen der pH-Abfall des zweiten Ereignisses so signifikant ist, dass auch ohne vorhergehenden Säurereflux der pH unter 4 sinken würde und zum anderen aber, dass das Ende des ersten Ereignisses – also der pH-Anstieg – nicht anders abgeschätzt werden kann.

Daraus folgt, dass ein Teil der Säureclearance-Zeit doppelt gezählt wird. Also wird die Zeit, in der der Ösophagus saurem pH ausgesetzt ist, überschätzt. Daher würde eine Addition der Säureclearance-Zeiten den Refluxindex übertreffen.

3.1 Zielparameter und Statistik

Aus der tabellarischen Auflistung der GÖR-Ereignisse der einzelnen Patienten nach dem o.g. Schema

GÖR-Event-Nummer	niedrigster pH	Säurekategorie	Steighöhe [Kanäle]	Bolusclearance [sec]	Säureclearance [sec]
------------------	----------------	----------------	--------------------	----------------------	----------------------

wurden die im Folgenden beschriebenen Zielparameter berechnet.

Die Berechnungen wurden nach Absprache mit dem Institut für Medizinische Statistik der RWTH Aachen mit Hilfe des Programms Microsoft® Excel 2000 durchgeführt. Aufgrund der geringen Patientenzahlen war es nicht möglich, z.B. Kontingenzintervalle für die Erstellung der Normalwerte zu berechnen. Die Eigenschaften der Refluxereignisse der Patienten konnten lediglich rein deskriptiv betrachtet werden.

3.1.1 Anzahl der Refluxereignisse

Die Anzahl der Refluxereignisse jedes Patienten in 24 Stunden Messzeit wurde notiert und der Mittelwert der Anzahl der Ereignisse pro Stunde berechnet und notiert. Wenn die Messzeit unter 24 Stunden lag, wurde die Anzahl für 24 Stunden durch Extrapolieren ermittelt.

Die Mittelwerte (mit Standardabweichungen) der Anzahl von Refluxereignissen in 24 Stunden sowie in einer Stunde wurden für jede Altersgruppe berechnet und notiert. Bei der Berechnung des Mittelwertes pro 24 Stunden wurde von den Messungen, die unter 24 Stunden lagen, die extrapolierte Ereignisanzahl berücksichtigt.

3.1.2 Anteil der Refluxereignisse mit signifikantem Säurereflux

Es wurde die Anzahl der Ereignisse mit signifikantem Säurereflux jedes Patienten notiert sowie der prozentuale Anteil dieser Ereignisse an allen Refluxereignissen des Patienten berechnet und notiert. Dabei wurden 24 Stunden beobachtet. Bei Messzeiten unter 24 Stunden wurden die absolute und relative Häufigkeit der Ereignisse während der tatsächlichen Messzeit gezählt, da ein Extrapolieren aufgrund von vermuteten tageszeitlichen Schwankungen in den Eigenschaften des Reflux nicht angemessen erschien.

Anschließend wurden die Mittelwerte mit Standardabweichung dieser prozentualen Anteile für die einzelnen Altersgruppen berechnet und notiert.

3.1.3 Bolusclearance-Zeit (BCT)

Die Mittelwerte der BCT (mit Standardabweichungen) der Refluxereignisse und die Mediane der BCT (mit Minima und Maxima = Range) der Refluxereignisse jedes Patienten wurden berechnet und notiert.

Anschließend wurde der Mittelwert der Mittelwerte der BCT sowie der Median der Mediane der BCT für die einzelnen Altersgruppen berechnet und notiert.

3.1.4 Säureclearance-Zeit (ACT)

Die Mittelwerte der ACT (mit Standardabweichungen) der Refluxereignisse und die Mediane der ACT (mit Minima und Maxima = Range) der Refluxereignisse jedes Patienten wurden berechnet und notiert.

Anschließend wurde der Mittelwert der Mittelwerte (mit Standardabweichung) der ACT sowie der Median der Mediane (mit Range) der ACT aufgeteilt nach Altersgruppen berechnet und notiert.

3.1.5 Niedrigster pH-Wert der Refluxereignisse

Die Mittelwerte der niedrigsten gemessenen pH-Werte (mit Standardabweichungen) der Refluxereignisse jedes Patienten wurden berechnet und notiert.

Anschließend wurde der Mittelwert dieser Mittelwerte (mit Standardabweichung) für die Altersgruppen berechnet und notiert.

3.1.6 Klassifizierung der Azidität der Refluxereignisse

Die niedrigsten gemessenen pH-Werte aller Ereignisse wurde wie o.g. eingeteilt in eine der Kategorien: sauer (acid = a), schwach sauer (weakly acid = wa), und nicht sauer (non acid = na).

Es wurden die Anzahl der Ereignisse in den drei Säurekategorien jedes Patienten notiert sowie der prozentuale Anteil dieser Ereignisse an allen Refluxereignissen des Patienten

berechnet und notiert. Dabei wurden 24 Stunden beobachtet. Bei Messzeiten unter 24 Stunden wurden die absolute und relative Häufigkeit der Ereignisse während der tatsächlichen Messzeit gezählt, da ein Extrapolieren aufgrund von vermuteten tageszeitlichen Schwankungen in den Eigenschaften des Reflux nicht angemessen erschien.

Anschließend wurde der Mittelwert (mit Standardabweichung) dieser prozentualen Anteile für die einzelnen Altersgruppen berechnet und notiert.

3.1.7 Steighöhe der Refluxereignisse

Es wurde für jeden Patienten notiert, wie viele Refluxereignisse welchen höchsten Impedanzkanal erreichten und daraus der Prozentanteil der Häufigkeit der erreichten Steighöhen berechnet und notiert. Dabei wurden 24 Stunden beobachtet. Bei Messzeiten unter 24 Stunden wurden die absolute und relative Häufigkeit der Ereignisse während der tatsächlichen Messzeit gezählt, da ein Extrapolieren - aufgrund von vermuteten tageszeitlichen Schwankungen in den Eigenschaften des Reflux – nicht angemessen erschien.

Anschließend wurde der Mittelwert (mit Standardabweichung) dieser prozentualen Anteile für die einzelnen Altersgruppen berechnet und notiert.

Cornelia T. Sperlich

„Normwerte aus kombinierten pH-Metrie-Impedanzmessungen zur Diagnostik eines gastroösophagealen Refluxes im Kindesalter – Ergebnisse einer Pilotstudie“

4 Ergebnisse

Im Untersuchungszeitraum vom 01.01.2004 bis 31.12.2007 wurden 203 kombinierte pH-Metrie-Impedanz-Messungen an Patienten in der Klinik für Kinder- und Jugendmedizin des Universitätsklinikum der RWTH Aachen durchgeführt.

Von diesen 203 Messungen erfüllten 26 Messungen die Ein- und Ausschlusskriterien. Ausnahmsweise wurden Patienten miteingeschlossen, deren Messdauer unter 24 Stunden lag, sofern alle übrigen Kriterien erfüllt wurden. Unter den 26 Patienten waren 11 weibliche und 15 männliche Patienten.

Abbildung 8 gibt einen Überblick über Alter und Geschlecht der Patienten in der chronologischen Reihenfolge ihrer Untersuchung.

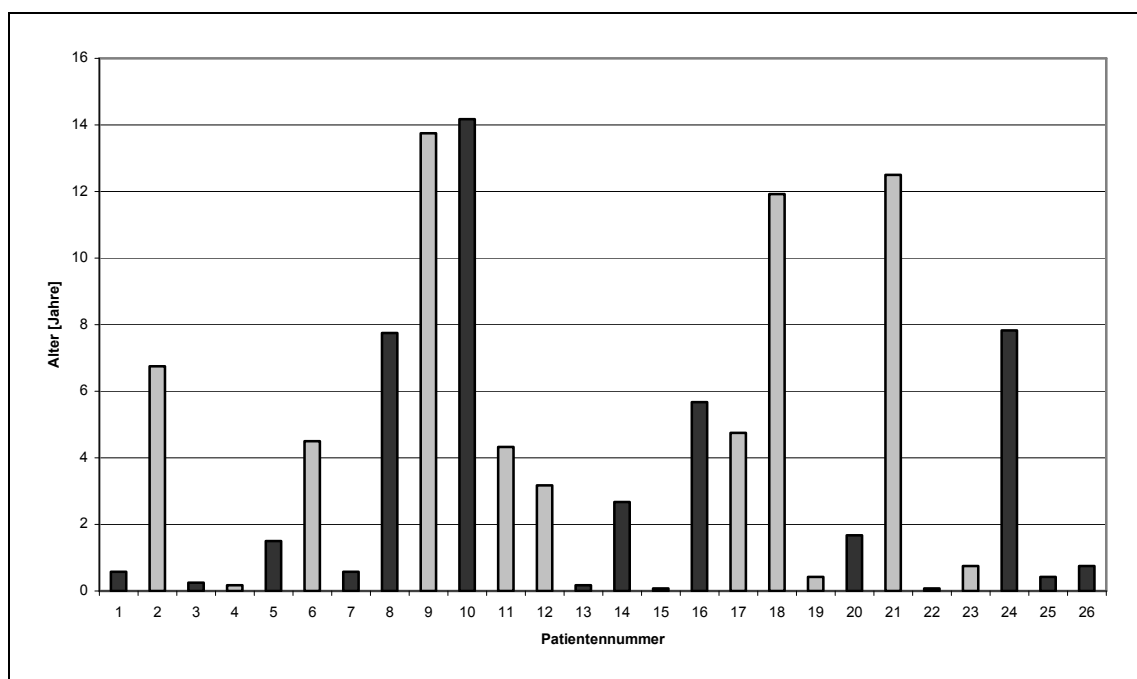


Abbildung 8: Übersicht über Alter und Geschlecht der eingeschlossenen Patienten in chronologischer Reihenfolge der Untersuchung; grau: weiblich, schwarz: männlich

Die Aufteilung der Patienten in die Altersgruppen gestaltete sich wie folgt (siehe Abb. 9):

- Altersgruppe 1 – Frühgeborene: Es fanden sich keine Patienten dieser Altersgruppe, die alle Kriterien erfüllten.
- Altersgruppe 2 – Neugeborene: 2 Patienten

- Altersgruppe 3 – Säuglinge: 9 Patienten
- Altersgruppe 4 – Kleinkinder: 8 Patienten
- Altersgruppe 5 – Schulkinder: 7 Patienten

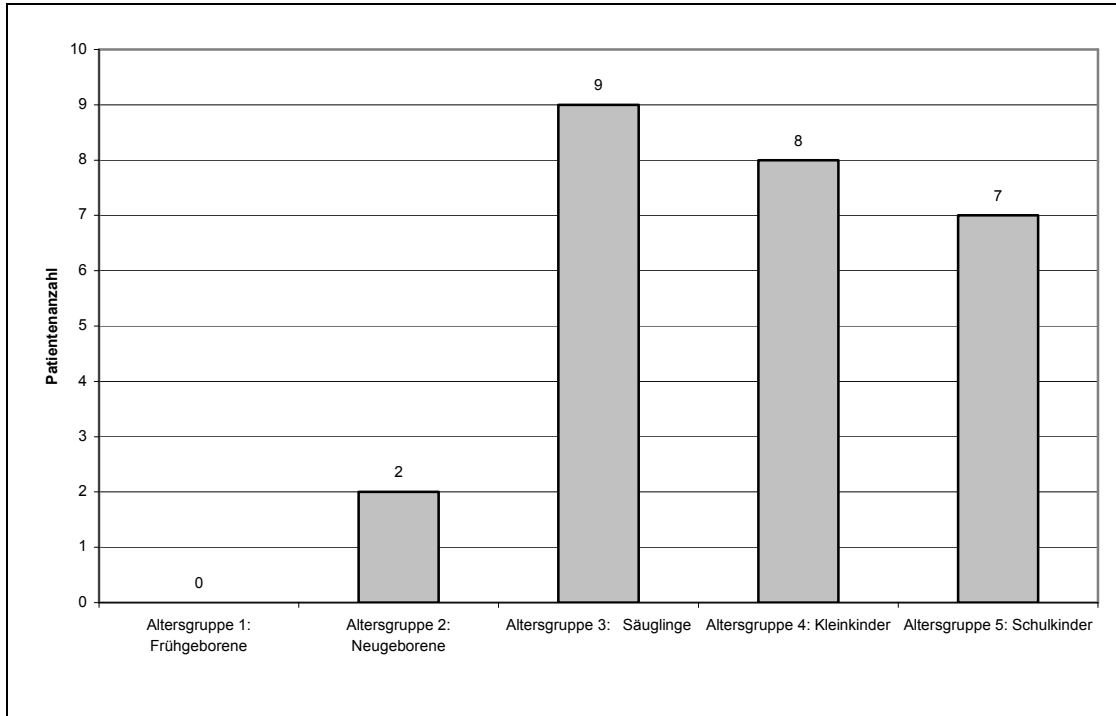


Abbildung 9: Anzahl der eingeschlossenen Patienten in den Altersgruppen

Die Indikationen zur Messung wurden aus folgenden Gründen gestellt:

In Altersgruppe 2: rezidivierendes Spucken und Schreiattacken.

In Altersgruppe 3: rezidivierendem Erbrechen bzw. Spucken (5x), Apnoen bzw. ALTE (2x), rezidivierende Bronchitis (1x) und Gedeihstörungen (1x).

In Altersgruppe 4: rezidivierendes Erbrechen (3x), rezidivierende Bauchschmerzen (2x), rezidivierende Atemwegsproblemen wie Bronchitiden und (Reiz-) Husten (3x).

In Altersgruppe 5: rezidivierende Bauchschmerzen bzw. Sodbrennen (4x), Dysphagie (1x), rezidivierendes Erbrechen (1x) und bronchiale Hyperreagibilität (1x).

4.1 Ergebnisse Altersgruppe 2 – Neugeborene:

Tabelle 4.1.1: Altersgruppe 2 – Geschlecht und Alter der Patienten

Patientennummer	Geschlecht	Alter [Jahre]
15	m	0,08
22	m	0,08

Die Patienten in Altersgruppe 2 sind beide 0,08 Jahre (ca. 1 Monat) alt und männlich.

4.1.1 Altersgruppe 2 – Anzahl der Refluxereignisse

Tabelle 4.1.2: Altersgruppe 2 – Anzahl GÖR der einzelnen Patienten

Patientennummer	Messzeit [h]	Anzahl GÖR/Messzeit	Anzahl GÖR/24h	Mittelwert der Anzahl GÖR/h
15	22,9	105	110 *	4,59
22	25,7	148	142	5,76

(* = extrapoliert)

Tabelle 4.1.3: Altersgruppe 2 – Mittelwert mit Standardabweichung der Anzahl GÖR/24h und GÖR/h

Altersgruppe	Mittelwert $\pm$ Standardabweichung GÖR/24h	Mittelwert $\pm$ Standardabweichung GÖR/h
2	126 $\pm$ 22,6	5,2 $\pm$ 0,8

Die Messzeiten der Patientin der Altersgruppe 2 sind 22,9 Stunden und 25,7 Stunden. Bei Patient 15 kam es zu 110 (extrapoliert) Refluxereignissen in 24 Stunden, bei Patient 22 zu 148. Daraus ergibt sich der Mittelwert 126 Refluxereignisse in 24 Stunden mit der Standardabweichung 22,6. In einer Stunde traten bei diesen Patienten im Mittel 5,2 Refluxereignisse auf.

4.1.2 Altersgruppe 2 – Anteil der Refluxereignisse mit signifikantem Saurereflux

Tabelle 4.1.4: Altersgruppe 2 – Anzahl der Refluxereignisse mit signifikantem Saurereflux/24 h und Anteil der Refluxereignisse mit signifikantem Saurereflux an allen Refluxereignissen/24 h der einzelnen Patienten

Patientennummer	Anzahl der Refluxereignisse mit signifikantem Saurereflux / 24h	Anteil der Refluxereignisse mit signifikantem Saurereflux an allen Refluxereignissen / 24 h
15	12*	11,4%*
22	14	9,9%

* Bei Messzeit < 24h wurde die tatsächlich stattgefundene Messzeit betrachtet

Tabelle 4.1.5: Altersgruppe 2 – Mittelwert mit Standardabweichung des Anteils der Refluxereignisse mit signifikantem Saurereflux an allen Refluxereignissen/24h

Altersgruppe	Mittelwert des Anteils der Refluxereignisse mit signifikantem Saurereflux an allen Refluxereignissen $\pm$ St.-abw.
2	10,7% $\pm$ 1%

Es treten bei den Patienten der Altersgruppe 2 12 bzw. 14 Refluxereignisse mit signifikantem Saurereflux in 24 Stunden auf. Das entspricht einem Anteil von 11,4% bzw. 9,9% aller Refluxereignisse. Im Mittel haben 10,7% (Standardabweichung 1%) aller Refluxereignisse einen signifikanten Saurereflux.

4.1.3 Altersgruppe 2 – Bolusclearance-Zeit BCT

Tabelle 4.1.6: Altersgruppe 2 – Mittelwert mit Standardabweichung sowie Median mit Range der Bolusclearance-Zeit der einzelnen Patienten

Patientennummer	Mittelwert der BCT [sec.] $\pm$ St.-abw.	Median der BCT [sec.] (Range)
15	16,6 $\pm$ 13	12,2 (3,5;77)
22	16,4 $\pm$ 16,6	12,1 (2,6;127,7)

Tabelle 4.1.7: Altersgruppe 2 – Mittelwert des Mittelwertes mit Standardabweichung und Median des Medianes mit Range der Bolusclearance-Zeit

Altersgruppe	Mittelwert des Mittelwertes der BCT [sec.] $\pm$ St.-abw.	Median des Medianes der BCT [sec.] (Range)
2	16,5 $\pm$ 0,14	12,2 (12,1;12,2)

In Altersgruppe 2 treten im Mittel bei den beiden Patienten Bolusclearance-Zeiten von 16,4 Sekunden (Standardabweichung 16,6 Sekunden) und 16,6 Sekunden (Standardabweichung 13 Sekunden) auf. Der Median der BCT liegt bei Patient 22 bei 12,1 Sekunden (Range 2,6; 127,7 Sekunden) und bei Patient 15 bei 12,2 Sekunden (Range 3,5; 77 Sekunden). Der Mittelwert des Mittelwertes der BCT für die Altersgruppe 2 ist 16,5 Sekunden (Standardabweichung 0,14 Sekunden), der Median der Mediane ist 12,2 Sekunden (Range 12,1; 12,2 Sekunden).

4.1.4 Altersgruppe 2 – Säureclearance-Zeit ACT

Tabelle 4.1.8: Altersgruppe 2 – Mittelwert mit Standardabweichung sowie Median mit Range der Säureclearance-Zeit der einzelnen Patienten

Patientennummer	Mittelwert der ACT [sec.] ± St.-abw.	Median der ACT [sec.] (Range)
15	91,8 ± 79,6	44,4 (8,7;223,2)
22	188,7 ± 225,4	141,1 (6,2;799,9)

Tabelle 4.1.9: Altersgruppe 2 – Mittelwert des Mittelwertes mit Standardabweichung und Median des Medianes mit Range der Säureclearance-Zeit

Altersgruppe	Mittelwert des Mittelwertes der ACT [sec.] ± St.-abw.	Median des Medianes der ACT [sec.] (Range)
2	140,3 ± 68,5	92,7 (44,4;141,1)

In Altersgruppe 2 treten im Mittel bei den bei Patienten Säureclearance-Zeiten von 91,8 Sekunden (Standardabweichung 79,6 Sekunden) und 188,7 Sekunden (Standardabweichung 225,4 Sekunden) auf. Der Median der ACT liegt bei Patient 15 bei 44,4 Sekunden (Range 8,7; 223,2 Sekunden) und bei Patient 22 bei 141,1 Sekunden (Range 6,2; 799,9 Sekunden). Der Mittelwert des Mittelwertes der ACT für die Altersgruppe 2 ist 140,3 Sekunden (Standardabweichung 68,5 Sekunden), der Median der Mediane ist 92,7 Sekunden (Range 44,4; 141,1 Sekunden).

4.1.5 Altersgruppe 2 – Niedrigster pH-Wert der Refluxereignisse

Tabelle 4.1.10: Altersgruppe 2 – Mittelwert mit Standardabweichung des niedrigsten pH der Refluxereignisse der einzelnen Patienten

Patientennummer	Mittelwert des niedrigsten pH der GÖR $\pm$ St.-abw.
15	5 $\pm$ 1,1
22	5,9 $\pm$ 1,8

Tabelle 4.1.11: Altersgruppe 2 – Mittelwert des Mittelwertes mit Standardabweichung des niedrigsten pH der Refluxereignisse

Altersgruppe	Mittelwert des Mittelwertes des niedrigsten pH der GÖR $\pm$ St.-abw.
2	5,5 $\pm$ 0,6

In Altersgruppe 2 ist der Mittelwert des niedrigsten pH-Wertes während der Refluxereignisse bei Patient 15 5 (Standardabweichung 1,1) und bei Patient 22 5,9 (Standardabweichung 1,8). Der Mittelwert des Mittelwertes des niedrigsten pH während der Refluxereignisse ist in Altersgruppe 2 5,5 (Standardabweichung 0,6).

4.1.6 Altersgruppe 2 – Klassifizierung der Azidität der Refluxereignisse

Tabelle 4.1.12: Altersgruppe 2 – Häufigkeit der Refluxereignisse in den einzelnen Säurekategorien der einzelnen Patienten

Patientennummer	Häufigkeit saurer GÖR während 24h	Häufigkeit schwach saurer GÖR während 24h	Häufigkeit nicht saurer GÖR während 24h
15	18*=17,1%	87*=82,9%	0*=0%
22	18=12,7%	78=54,9%	46=32,4%

* Bei Messzeit < 24h wurde die tatsächlich stattgefundene Messzeit betrachtet

Tabelle 4.1.13: Altersgruppe 2 – Mittelwert mit Standardabweichung der Häufigkeiten der Refluxereignisse in den einzelnen Säurekategorien

Altersgruppe	Mittelwert der Häufigkeit saurer GÖR während 24h $\pm$ St.-abw.	Mittelwert der Häufigkeit schwach saurer GÖR während 24h $\pm$ St.-abw.	Mittelwert der Häufigkeit nicht saurer GÖR während 24h $\pm$ St.-abw.
2	14,9% $\pm$ 3,1%	68,9% $\pm$ 19,8%	16,2% $\pm$ 22,9%

In Altersgruppe 2 sind von allen Refluxereignissen im Mittel 14,9% sauer (Standardabweichung 3,1%), 68,9% schwach sauer (Standardabweichung 19,8%) und

16,2% nicht sauer (Standardabweichung 22,9%). Bei Patient 15 treten keine nicht sauren Refluxereignisse auf.

4.1.7 Altersgruppe 2 – Steighöhe der Refluxereignisse

Tabelle 4.1.14: Altersgruppe 2 – Häufigkeiten der Steighöhen der Refluxereignisse der einzelnen Patienten

Patientennummer	Häufigkeit der Steighöhe Kanal 1 während 24h	Häufigkeit der Steighöhe Kanal 2 während 24h	Häufigkeit der Steighöhe Kanal 3 während 24h	Häufigkeit der Steighöhe Kanal 4 während 24h	Häufigkeit der Steighöhe Kanal 5 während 24h
15	103*=98,1%	0*=0%	0*=0%	1*=0,95%	1*=0,95%
22	107=75,4%	9=6,3%	8=5,6%	8=5,6%	10=7,1%

* Bei Messzeit < 24h wurde die tatsächlich stattgefundene Messzeit betrachtet

Tabelle 4.1.15: Altersgruppe 2 – Mittelwert mit Standardabweichung der Häufigkeiten der Steighöhen der Refluxereignisse

Altersgruppe	Mittelwert der Häufigkeit der Steighöhe Kanal 1 während 24 h ± St.-abw.	Mittelwert der Häufigkeit der Steighöhe Kanal 2 während 24h ± St.-abw.	Mittelwert der Häufigkeit der Steighöhe Kanal 3 während 24h ± St.-abw.	Mittelwert der Häufigkeit der Steighöhe Kanal 4 während 24h ± St.-abw.	Mittelwert der Häufigkeit der Steighöhe Kanal 5 während 24h ± St.-abw.
2	86,8% ± 16,1%	3,2% ± 4,5%	2,8% ± 4%	3,2% ± 3,3 %	4% ± 4,3%

In Altersgruppe 2 steigen im Mittel 86,8% (Standardabweichung 16,1%) aller Refluxereignisse in Kanal 1 auf. 3,2% (Standardabweichung 4,5%) erreichen maximal Kanal 2, 2,8% (Standardabweichung 4%) Kanal 3, 3,2% (Standardabweichung 3,3%) Kanal 4 und 4% (Standardabweichung 4,3%) maximal Kanal 5. Bei Patient 15 erreichen 98,1% der Refluxereignisse Kanal 1. Lediglich jeweils ein Reflux steigt nur bis in Kanal 4 und 5.

4.2 Ergebnisse Altersgruppe 3 – Säuglinge :

Tabelle 4.2.1: Altersgruppe 3 – Geschlecht und Alter der einzelnen Patienten

Patientennummer	Geschlecht	Alter [Jahre]
1	m	0,58
3	m	0,25
4	w	0,17
7	m	0,58
13	m	0,17
19	w	0,42
23	w	0,75
25	m	0,42
26	m	0,75

Die Patienten in Altersgruppe 3 sind zwischen 0,17 und 0,75 Jahren alt, 3 sind weiblich, 6 sind männlich.

4.2.1 Altersgruppe 3 – Anzahl der Refluxereignisse

Tabelle 4.2.2: Altersgruppe 3 – Anzahl GÖR der einzelnen Patienten

Patientennummer	Messzeit [h]	Anzahl GÖR/Messzeit	Anzahl GÖR/24h	Mittelwert der Anzahl GÖR/h
1	24,1	79	77	3,28
3	22,5	94	100 *	4,18
4	24,3	77	77	3,17
7	24,2	59	55	2,43
13	24,4	136	127	5,57
19	26,6	91	73	3,42
23	24,2	108	102	4,46
25	24,1	157	154	6,51
26	25,3	146	134	5,77

(* = extrapoliert)

Tabelle 4.2.3: Altersgruppe 3 – Mittelwert mit Standardabweichung der Anzahl GÖR/24h und GÖR/h

Altersgruppe	Mittelwert ± Standardabweichung GÖR/24h	Mittelwert ± Standardabweichung GÖR/h
3	99,9 ± 32,8	4,3 ± 1,4

In Altersgruppe 3 liegen die Messzeiten der Patienten zwischen 22,5 und 26,6 Stunden. Es treten individuell zwischen 55 und 154 Refluxereignissen in 24 Stunden auf. Im

Mittel treten 99,9 Refluxereignisse in 24 Stunden auf (Standardabweichung 32,8). Das entspricht 4,3 Ereignissen in einer Stunde.

4.2.2 Altersgruppe 3 – Anteil der Refluxereignisse mit signifikantem Saurereflux

Tabelle 4.2.4: Altersgruppe 3 – einzelne Patienten: Anteil der Refluxereignisse mit signifikantem Saurereflux

Patientennummer	Anzahl der Refluxereignisse mit signifikantem Saurereflux / 24h	Anteil der Refluxereignisse mit signifikantem Saurereflux an allen Refluxereignissen / 24 h
1	19	24,7%
3	18*	19,1%*
4	15	19,5%
7	20	36,4%
13	25	19,7%
19	10	13,7%
23	46	45,1%
25	39	25,3%
26	29	21,6%

* Bei Messzeit < 24h wurde die tatsächlich stattgefundene Messzeit betrachtet

Tabelle 4.2.5: Altersgruppe 3 – Mittelwert mit Standardabweichung des Anteils der Refluxereignisse mit signifikantem Saurereflux an allen Refluxereignissen pro 24h

Altersgruppe	Mittelwert des Anteils der Refluxereignisse mit signifikantem Saurereflux an allen Refluxereignissen $\pm$ St.-abw.
3	25% $\pm$ 9,8%

In Altersgruppe 3 treten individuell zwischen 10 und 46 Refluxereignissen mit signifikantem Saurereflux in 24 Stunden auf. Der Anteil von diesen Ereignissen an allen Refluxereignissen in 24 Stunden liegt zwischen 13,7% und 45,1%. Im Mittel haben 25% (Standardabweichung 9,8%) aller Refluxereignisse einen signifikanten Saurereflux.

4.2.3 Altersgruppe 3 – Bolusclearance-Zeit BCT

Tabelle 4.2.6: Altersgruppe 3 – Mittelwert mit Standardabweichung sowie Median mit Range der Bolusclearance-Zeit der einzelnen Patienten

Patientennummer	Mittelwert der BCT [sec.] ± St.-abw.	Median der BCT [sec.] (Range)
1	12,4 ± 11,9	9,1 (0,7;80,8)
3	14,3 ± 15,6	10 (2,8;111,7)
4	17,7 ± 30,9	10,4 (1;264,7)
7	16,5 ± 18,5	12,6 (2;131)
13	14,1 ± 12,1	11,5 (2;89)
19	17,5 ± 22,8	10,6 (2;123,7)
23	12,4 ± 7,4	10,5 (1,7;36,9)
25	17,2 ± 17	11,4 (1,5;95,3)
26	12 ± 20,9	8,9 (0,8;230,2)

Tabelle 4.2.7: Altersgruppe 3 – Mittelwert des Mittelwertes mit Standardabweichung und Median des Medianes mit Range der Bolusclearance-Zeit

Altersgruppe	Mittelwert des Mittelwertes der BCT [sec.] ± St.-abw.	Median des Medianes der BCT [sec.] (Range)
3	14,9 ± 2,4	10,5 (8,9;12,6)

In Altersgruppe 3 treten im Mittel Bolusclearance-Zeiten zwischen 12 Sekunden (Standardabweichung 20,9 Sekunden) und 17,7 Sekunden (Standardabweichung 30,9 Sekunden) auf. Der Median der BCT ist zwischen 8,9 Sekunden (Range 0,8; 230,2 Sekunden) und 12,6 Sekunden (Range 2; 131 Sekunden). Der Mittelwert des Mittelwertes der BCT für die Altersgruppe 3 ist 14,9 Sekunden (Standardabweichung 2,4 Sekunden), der Median der Mediane ist 10,5 Sekunden (Range 8,9; 12,6 Sekunden).

4.2.4 Altersgruppe 3 – Säureclearance-Zeit ACT

Tabelle 4.2.8: Altersgruppe 3 – Mittelwert mit Standardabweichung sowie Median mit Range der Säureclearance-Zeit der einzelnen Patienten

Patientennummer	Mittelwert der ACT [sec.] ± St.-abw.	Median der ACT [sec.] (Range)
1	22,9 ± 11,5	21,9 (9;48,6)
3	69,4 ± 58,5	72 (7;201,1)
4	46,6 ± 36,5	37,5 (4,9;142,7)
7	57,3 ± 28,8	62,8 (7,3;107,6)
13	159,1 ± 316,3	64,7 (17;1380)
19	217,3 ± 383,7	91,7 (16;1287)
23	59,4 ± 47,4	52,5 (6,4;191,3)
25	95,8 ± 107,1	59 (0,1;399,2)
26	83,7 ± 67,2	68 (7,5;252,8)

Tabelle 4.2.9: Altersgruppe 3 – Mittelwert des Mittelwertes mit Standardabweichung und Median des Medianes mit Range der Säureclearance-Zeit

Altersgruppe	Mittelwert des Mittelwertes der ACT [sec.] ± St.-abw.	Median des Medianes der ACT [sec.] (Range)
3	90,2 ± 61,1	62,8 (21,9;91,7)

In Altersgruppe 3 treten im Mittel Säureclearance-Zeiten zwischen 22,9 Sekunden (Standardabweichung 11,5 Sekunden) und 217,3 Sekunden (Standardabweichung 383,7 Sekunden) auf. Der Median der ACT ist zwischen 21,9 Sekunden (Range 9; 48,6 Sekunden) und 91,7 Sekunden (Range 16; 1287 Sekunden). Der Mittelwert des Mittelwertes der ACT für die Altersgruppe 3 ist 90,2 Sekunden (Standardabweichung 61,1 Sekunden), der Median der Mediane ist 62,8 Sekunden (Range 21,9; 91,7 Sekunden).

4.2.5 Altersgruppe 3 – Niedrigster pH-Wert der Refluxereignisse

Tabelle 4.2.10: Altersgruppe 3 – Mittelwert mit Standardabweichung des niedrigster pH der Refluxereignisse der einzelnen Patienten

Patientennummer	Mittelwert des niedrigsten pH der GÖR $\pm$ St.-abw.
1	4,2 $\pm$ 1,2
3	4,5 $\pm$ 1,4
4	4,8 $\pm$ 1,2
7	3,8 $\pm$ 0,6
13	4,7 $\pm$ 1,3
19	5,7 $\pm$ 1,8
23	3,6 $\pm$ 1,4
25	4,3 $\pm$ 1,5
26	4,6 $\pm$ 1,3

Tabelle 4.2.11: Altersgruppe 3 – Mittelwert des Mittelwertes mit Standardabweichung des niedrigsten pH der Refluxereignisse

Altersgruppe	Mittelwert des Mittelwertes des niedrigsten pH der GÖR $\pm$ St.-abw.
3	4,5 $\pm$ 0,6

In Altersgruppe 3 liegt der Mittelwert des niedrigsten pH während der Refluxereignisse zwischen 3,6 (Standardabweichung 1,4) und 5,7 (Standardabweichung 1,8). Der Mittelwert des Mittelwertes des niedrigsten pH während der Refluxereignisse ist in Altersgruppe 3 4,5 (Standardabweichung 0,6).

4.2.6 Altersgruppe 3 – Klassifizierung der Azidität der Refluxereignisse

Tabelle 4.2.12: Altersgruppe 3 – Häufigkeit der Reluxereignisse in den einzelnen Säurekategorien der einzelnen Patienten

Patientennummer	Häufigkeit saurer GÖR während 24h	Häufigkeit schwach saurer GÖR während 24h	Häufigkeit nicht saurer GÖR während 24h
1	28=36,4%	49=63,6%	0=0%
3	27*=28,7%	67*=71,3%	0*=0%
4	16=20,8%	61=79,2%	0=0%
7	28=50,9%	27=49,1%	0=0%
13	30=23,6%	97=76,4%	0=0%
19	12=16,4%	50=68,5%	11=15,1%
23	58=56,9%	44=43,1%	0=0%
25	64=41,6%	90=58,4%	0=0%
26	40=29,9%	88=65,7%	6=4,5%

* Bei Messzeit < 24h wurde die tatsächlich stattgefundene Messzeit betrachtet

Tabelle 4.2.13: Altersgruppe 3 – Mittelwert mit Standardabweichung der Häufigkeiten der Reluxereignisse in den einzelnen Säurekategorien

Altersgruppe	Mittelwert der Häufigkeit saurer GÖR während 24h ± St-abw.	Mittelwert der Häufigkeit schwach saurer GÖR während 24h ± St-abw.	Mittelwert der Häufigkeit nicht saurer GÖR während 24h ± St-abw.
3	33,9% ± 13,7%	63,9% ± 12%	2,2% ± 5,1%

In Altersgruppe 3 sind von allen Refluxereignissen im Mittel 33,9% sauer (Standardabweichung 13,7%), 63,9% schwach sauer (Standardabweichung 12%) und 2,2% nicht sauer (Standardabweichung 5,1%). Bei sieben Patienten treten keine nicht sauren Refluxereignisse auf.

4.2.7 Altersgruppe 3 – Steighöhe der Refluxereignisse

Tabelle 4.2.14: Altersgruppe 3 – einzelne Patienten: Häufigkeiten der Steighöhen der Refluxereignisse der einzelnen Patienten

Patientennummer	Häufigkeit der Steighöhe Kanal 1 während 24h	Häufigkeit der Steighöhe Kanal 2 während 24h	Häufigkeit der Steighöhe Kanal 3 während 24h	Häufigkeit der Steighöhe Kanal 4 während 24h	Häufigkeit der Steighöhe Kanal 5 während 24h
1	58=75,3%	17=22,1%	1=1,3%	1=1,3%	0=0%
3	72*=76,6%	12*=12,8%	6*=6,4%	3*=3,2%	1*=1,1%
4	25=32,5%	11=14,3%	18=23,4%	20=26%	3=3,9%
7	18=32,7%	19=34,5%	8=14,5%	5=9,1%	5=9,1%
13	99=78%	14=11%	7=5,5%	6=4,7%	1=0,8%
19	42=57,5%	10=13,7%	11=15,1%	8=11%	2=2,7%
23	92=90,2%	4=3,9%	3=2,9%	3=2,9%	0=0%
25	101=65,6%	25=16,2%	20=13%	7=4,5%	1=0,6%
26	99=73,9%	20=14,9%	10=7,5%	3=2,2%	2=1,5%

Bei Messzeit < 24h wurde die tatsächlich stattgefundenene Messzeit betrachtet

Tabelle 4.2.15: Altersgruppe 3 – Mittelwert mit Standardabweichung der Häufigkeiten der Steighöhen der Refluxereignisse

Altersgruppe	Mittelwert der Häufigkeit der Steighöhe Kanal 1 während 24 h ± St.-abw.	Mittelwert der Häufigkeit der Steighöhe Kanal 2 während 24h ± St.-abw.	Mittelwert der Häufigkeit der Steighöhe Kanal 3 während 24h ± St.-abw.	Mittelwert der Häufigkeit der Steighöhe Kanal 4 während 24h ± St.-abw.	Mittelwert der Häufigkeit der Steighöhe Kanal 5 während 24h ± St.-abw.
3	64,7% ± 20,2%	15,9% ± 8,4%	10% ± 7,1%	7,2% ± 7,7%	2,2% ± 2,9%

In Altersgruppe 3 steigen im Mittel 64,7% (Standardabweichung 20,2%) aller Refluxereignisse in Kanal 1 auf. 15,9% (Standardabweichung 8,4%) erreichen maximal Kanal 2, 10% (Standardabweichung 7,1%) Kanal 3, 7,2% (Standardabweichung 7,7%) Kanal 4 und 2,2% (Standardabweichung 2,9%) maximal Kanal 5.

4.3 Ergebnisse Altersgruppe 4 – Kleinkinder:

Tabelle 4.3.1: Altersgruppe 4 – Geschlecht und Alter der einzelnen Patienten

Patientennummer	Geschlecht	Alter [Jahre]
5	m	1,5
6	w	4,5
11	w	4,33
12	w	3,17
14	m	2,67
16	m	5,67
17	w	4,75
20	m	1,67

In Altersgruppe 4 sind die Patienten zwischen 1,67 und 5,67 Jahren alt, es sind 4 weibliche und 4 männliche Patienten.

4.3.1 Altersgruppe 4 – Anzahl der Refluxereignisse

Tabelle 4.3.2: Altersgruppe 4 – Anzahl GÖR der einzelnen Patienten

Patientennummer	Messzeit [h]	Anzahl GÖR/Messzeit	Anzahl GÖR/24h	Mittelwert der Anzahl GÖR/h
5	20,7	18	21 *	0,87
6	23,6	31	32 *	1,31
11	23,2	32	33 *	1,38
12	23	30	31 *	1,3
14	24,3	21	21	0,86
16	23,8	34	34 *	1,42
17	23,7	49	50 *	2,01
20	23,6	27	28 *	1,14

(* = extrapoliert)

Tabelle 4.3.3: Altersgruppe 4 – Mittelwert mit Standardabweichung der Anzahl GÖR/24h und GÖR/h

Altersgruppe	Mittelwert ± Standardabweichung GÖR/24h	Mittelwert ± Standardabweichung GÖR/h
4	31,1 ± 9,1	1,3 ± 0,4

In Altersgruppe 4 dauern die Messungen zwischen 20,7 und 24,3 Stunden. Es treten zwischen 21 und 50 Refluxereignissen während 24 Stunden auf. Im Mittel treten 31,1 Refluxereignisse (Standardabweichung 9,1) in 24 Stunden in dieser Altersgruppe auf. Das entspricht im Mittel 1,3 Ereignissen in einer Stunde.

4.3.2 Altersgruppe 4 – Anteil der Refluxereignisse mit signifikantem Saurereflux

Tabelle 4.3.4: Altersgruppe 4 – einzelne Patienten: Anteil Refluxereignisse mit signifikantem Saurereflux

Patientennummer	Anzahl der Refluxereignisse mit signifikantem Saurereflux / 24h	Anteil der Refluxereignisse mit signifikantem Saurereflux an allen Refluxereignissen / 24 h
5	8*	44,4%*
6	13*	41,9%*
11	15*	46,9%*
12	24*	80%*
14	5	23,8%
16	10*	29,4%*
17	14*	28,6%*
20	7*	25,9%*

* Bei Messzeit < 24h wurde die tatsächlich stattgefundene Messzeit betrachtet

Tabelle 4.3.5: Altersgruppe 4 – Mittelwert mit Standardabweichung des Anteils der Refluxereignisse mit signifikantem Saurereflux an allen Refluxereignissen pro 24h

Altersgruppe	Mittelwert des Anteils der Refluxereignisse mit signifikantem Saurereflux an allen Refluxereignissen ± St.-abw.
4	40,1% ± 18,4%

In Altersgruppe 4 treten zwischen 7 und 24 Refluxereignissen mit signifikantem Saurereflux in 24 Stunden auf. Der Anteil von diesen Ereignissen an allen Refluxereignissen in 24 Stunden liegt zwischen 23,8% und 80%. Im Mittel haben 40,1% (Standardabweichung 18,4%) aller Refluxereignisse einen signifikanten Saurereflux.

4.3.3 Altersgruppe 4 – Bolusclearance-Zeit BCT

Tabelle 4.3.6: Altersgruppe 4 – Mittelwert mit Standardabweichung sowie Median mit Range der Bolusclearance-Zeit der einzelnen Patienten

Patientennummer	Mittelwert der BCT [sec.] ± St.-abw.	Median der BCT [sec.] (Range)
5	9,3 ± 5	9,1 (2,9;21,5)
6	12,6 ± 9,4	9,6 (2,8;39,9)
11	20,8 ± 25,4	12,7 (1,3;137,8)
12	18 ± 21,3	9,2 (0,9;89,1)
14	17 ± 20,3	8,4 (1,6;76)
16	15,1 ± 9,6	12,4 (2,4;41)
17	14,9 ± 9,7	12,5 (1,3;47,7)
20	12,7 ± 13,2	8,2 (2,4;57,6)

Tabelle 4.3.7: Altersgruppe 4 – Mittelwert des Mittelwertes mit Standardabweichung und Median des Medianes mit Range der Bolusclearance-Zeit

Altersgruppe	Mittelwert des Mittelwertes der BCT [sec.] ± St.-abw.	Median des Medianes der BCT [sec.] (Range)
4	15,1 ± 3,6	9,4 (8,2;12,7)

In Altersgruppe 4 treten im Mittel Bolusclearance-Zeiten zwischen 9,3 Sekunden (Standardabweichung 5 Sekunden) und 20,8 Sekunden (Standardabweichung 25,4 Sekunden) auf. Der Median der BCT liegt zwischen 8,2 Sekunden (Range 2,4; 57,6 Sekunden) und 12,5 Sekunden (Range 1,3; 47,7 Sekunden). Der Mittelwert des Mittelwertes der BCT für die Altersgruppe 4 ist 15,1 Sekunden (Standardabweichung 3,6 Sekunden), der Median der Mediane ist 9,4 Sekunden (Range 8,2; 12,7 Sekunden).

4.3.4 Altersgruppe 4 – Säureclearance-Zeit ACT

Tabelle 4.3.8: Altersgruppe 4 – Mittelwert mit Standardabweichung sowie Median mit Range der Säureclearance-Zeit der einzelnen Patienten

Patientennummer	Mittelwert der ACT [sec.] ± St.-abw.	Median der ACT [sec.] (Range)
5	89,4 ± 154,7	34,9 (5,8;464)
6	26,7 ± 25,5	17,1 (9,4;92)
11	39,9 ± 82,8	16,9 (3;334,5)
12	50,3 ± 56,9	22,4 (1;229,6)
14	25,7 ± 18,7	20,1 (7,1;53,1)
16	39,4 ± 48,3	15,1 (5,7;159,7)
17	30,8 ± 31,3	19,9 (6,7;126,5)
20	52,3 ± 28,2	51 (7,3;83,6)

Tabelle 4.3.9: Altersgruppe 4 – Mittelwert des Mittelwertes mit Standardabweichung und Median des Medianes mit Range der Säureclearance-Zeit

Altersgruppe	Mittelwert des Mittelwertes der ACT [sec.] $\pm$ St.-abw.	Median des Medianes der ACT [sec.] (Range)
4	44,3 $\pm$ 20,8	20 (15,1;51)

In Altersgruppe 4 treten im Mittel Säureclearance-Zeiten zwischen 25,7 Sekunden (Standardabweichung 18,7 Sekunden) und 89,4 Sekunden (Standardabweichung 154,7 Sekunden) auf. Der Median der ACT liegt zwischen 15,1 Sekunden (Range 5,7; 159,7 Sekunden) und 51 Sekunden (Range 7,3; 83,6 Sekunden). Der Mittelwert des Mittelwertes der ACT für die Altersgruppe 4 ist 44,3 Sekunden (Standardabweichung 20,8 Sekunden), der Median der Mediane ist 20 Sekunden (Range 15,1; 51 Sekunden).

4.3.5 Altersgruppe 4 – Niedrigster pH-Wert der Refluxereignisse

Tabelle 4.3.10: Altersgruppe 4 – Mittelwert mit Standardabweichung des niedrigster pH der Refluxereignisse der einzelnen Patienten

Patientennummer	Mittelwert des niedrigsten pH der GÖR $\pm$ St.-abw.
5	3,1 $\pm$ 1,2
6	3,7 $\pm$ 1,2
11	3,5 $\pm$ 1,5
12	2,1 $\pm$ 1,2
14	4,5 $\pm$ 1,7
16	4,1 $\pm$ 1,7
17	4,6 $\pm$ 1,7
20	5 $\pm$ 2,1

Tabelle 4.3.11: Altersgruppe 4 – Mittelwert des Mittelwertes mit Standardabweichung des niedrigsten pH der Refluxereignisse

Altersgruppe	Mittelwert des Mittelwertes des niedrigsten pH der GÖR $\pm$ St.-abw.
4	3,8 $\pm$ 0,9

In Altersgruppe 4 liegt der Mittelwert des niedrigsten pH während der Refluxereignisse zwischen 2,1 (Standardabweichung 1,2) und 5 (Standardabweichung 2,1). Der Mittelwert des Mittelwertes des niedrigsten pH während der Refluxereignisse ist in Altersgruppe 4 3,8 (Standardabweichung 0,9).

4.3.6 Altersgruppe 4 – Klassifizierung der Azidität der Refluxereignisse

Tabelle 4.3.12: Altersgruppe 4 – Häufigkeit der Reluxereignisse in den einzelnen Säurekategorien der einzelnen Patienten

Patientennummer	Häufigkeit saure GÖR während Messzeit	Häufigkeit schwach saure GÖR während Messzeit	Häufigkeit nicht saure GÖR während Messzeit
5	13*=72,2%	5*=27,7%	0*=0%
6	19*=61,3%	12*=38,7%	0*=0%
11	23*=71,9%	9*=28,1%	0*=0%
12	28*=93,3%	2*=6,6%	0*=0%
14	8=38,1%	13=61,9%	0=0%
16	17*=50%	17*=50%	0*=0%
17	20*=40,8%	29*=59,2%	0*=0%
20	9*=33,3%	13*=48,1%	5*=18,5%

* Bei Messzeit < 24h wurde die tatsächlich stattgefundene Messzeit betrachtet

Tabelle 4.3.13: Altersgruppe 4 – Mittelwert mit Standardabweichung der Häufigkeiten der Reluxereignisse in den einzelnen Säurekategorien

Altersgruppe	Mittelwert der Häufigkeit saurer GÖR während 24h ± St-abw.	Mittelwert der Häufigkeit schwach saurer GÖR während 24h ± St-abw.	Mittelwert der Häufigkeit nicht saurer GÖR während 24h ± St-abw.
4	57,6% ± 20,8%	40,1% ± 18,6%	2,3% ± 6,5%

In Altersgruppe 4 sind von allen Refluxereignissen im Mittel 57,6% sauer (Standardabweichung 20,8%), 40,1% schwach sauer (Standardabweichung 18,6%) und 2,3% nicht sauer (Standardabweichung 6,5%). Bei sieben Patienten der Altersgruppe 4 treten keine nicht sauren Refluxereignisse auf.

4.3.7 Altersgruppe 4 – Steighöhe der Refluxereignisse

Tabelle 4.3.14: Altersgruppe 4 – Häufigkeiten der Steighöhen der Refluxereignisse der einzelnen Patienten

Patientennummer	Häufigkeit der Steighöhe Kanal 1 während 24h	Häufigkeit der Steighöhe Kanal 2 während 24h	Häufigkeit der Steighöhe Kanal 3 während 24h	Häufigkeit der Steighöhe Kanal 4 während 24h	Häufigkeit der Steighöhe Kanal 5 während 24h
5	8*=44,4%	6*=33,3%	2*=11,1%	2*=11,1%	0*=0%
6	10*=32,3%	6*=19,4%	5*=16,1%	6*=19,4%	4*=12,9%
11	23*=71,9%	0*=0%	2*=6,3%	3*=9,4%	4*=12,5%
12	15*=50%	4*=13,3%	4*=13,3%	4*=13,3%	3*=10%
14	10=47,6%	1=4,8%	4=19%	6=28,6%	0=0%
16	23*=67,6%	3*=8,8%	3*=8,8%	3*=8,8%	2*=5,9%
17	36*=73,5	5*=10,2%	5*=10,2%	2*=4,1%	1*=2%
20	13*=48,1%	7*=25,9%	4*=14,8%	3*=11,1%	0*=0%

* Bei Messzeit < 24h wurde die tatsächlich stattgefundene Messzeit betrachtet

Tabelle 4.3.15: Altersgruppe 4 – Mittelwert mit Standardabweichung der Häufigkeiten der Steighöhen der Refluxereignisse

Altersgruppe	Mittelwert der Häufigkeit der Steighöhe Kanal 1 während 24 h ± St.-abw.	Mittelwert der Häufigkeit der Steighöhe Kanal 2 während 24h ± St.-abw.	Mittelwert der Häufigkeit der Steighöhe Kanal 3 während 24h ± St.-abw.	Mittelwert der Häufigkeit der Steighöhe Kanal 4 während 24h ± St.-abw.	Mittelwert der Häufigkeit der Steighöhe Kanal 5 während 24h ± St.-abw.
4	54,4% ± 14,8%	14,5% ± 11,1%	12,5% ± 5,1%	13,2% ± 7,6%	5,4% ± 5,7%

In Altersgruppe 4 steigen im Mittel 54,4% (Standardabweichung 14,8%) aller Refluxereignisse in Kanal 1 auf. 14,5% (Standardabweichung 11,1%) erreichen maximal Kanal 2, 12,5% (Standardabweichung 5,1%) Kanal 3, 13,2% (Standardabweichung 7,6%) Kanal 4 und 5,4% (Standardabweichung 5,7%) maximal Kanal 5.

4.4 Ergebnisse Altersgruppe 5 – Schulkinder:

Tabelle 4.4.1: Altersgruppe 5 – Geschlecht und Alter der einzelnen Patienten

Patientennummer	Geschlecht	Alter [Jahre]
2	w	6,75
8	m	7,75
9	w	13,75
10	m	14,17
18	w	11,92
21	w	12,5
24	m	7,83

In Altersgruppe 5 sind die Patienten zwischen 6,75 und 14,17 Jahren alt. Es sind 4 weibliche und 3 männliche Patienten.

4.4.1 Altersgruppe 5 – Anzahl der Refluxereignisse

Tabelle 4.4.2: Altersgruppe 5 – Anzahl GÖR der einzelnen Patienten

Patientennummer	Messdauer [h]	Anzahl GÖR/Messzeit	Anzahl GÖR/24h	durchschnittliche Anzahl GÖR/h
2	24,1	70	70	2,9
8	24,5	42	42	1,71
9	24,1	31	29	1,29
10	25,7	49	45	1,91
18	23,9	57	57 *	2,38
21	26,7	31	20	1,16
24	23,2	40	41 *	1,72

(* = extrapoliert)

Tabelle 4.4.3: Altersgruppe 5 – Mittelwert mit Standardabweichung der Anzahl GÖR/24h und GÖR/h

Altersgruppe	Mittelwert $\pm$ Standardabweichung GÖR/24h	Mittelwert $\pm$ Standardabweichung GÖR/h
5	43,3 $\pm$ 16,6	1,9 $\pm$ 0,6

In Altersgruppe 5 liegen die Messzeiten zwischen 23,2 und 26,7 Stunden. Es treten zwischen 20 und 70 Refluxereignissen in 24 Stunden auf. Im Mittel treten 43,3 (Standardabweichung 16,6) Refluxereignisse in 24 Stunden auf, was im Mittel 1,9 Refluxereignissen in einer Stunde entspricht.

4.4.2 Altersgruppe 5 – Anteil der Refluxereignisse mit signifikantem Saurereflux

Tabelle 4.4.4: Altersgruppe 5 – einzelne Patienten: Anteil Refluxereignisse mit signifikantem Saurereflux

Patientennummer	Anzahl der Refluxereignisse mit signifikantem Saurereflux / 24h	Anteil der Refluxereignisse mit signifikantem Saurereflux an allen Refluxereignissen / 24 h
2	43	61,4%
8	21	50%
9	10	34,5%
10	18	40%
18	30*	52,6%*
21	17	85%
24	11*	27,5%*

* Bei Messzeit < 24h wurde die tatsächlich stattgefundene Messzeit betrachtet

Tabelle 4.4.5: Altersgruppe 5 – Mittelwert mit Standardabweichung des Anteils der Refluxereignisse mit signifikantem Saurereflux an allen Refluxereignissen pro 24h

Altersgruppe	Mittelwert des Anteils der Refluxereignisse mit signifikantem Saurereflux an allen Refluxereignissen $\pm$ St.-abw.
5	50,1% $\pm$ 19,2%

In Altersgruppe 5 treten zwischen 10 und 43 Refluxereignissen mit signifikantem Saurereflux in 24 Stunden auf. Der Anteil von diesen Ereignissen an allen Refluxereignissen in 24 Stunden liegt zwischen 27,5% und 85%. Im Mittel haben 50,1% (Standardabweichung 19,2%) aller Refluxereignisse einen signifikanten Saurereflux.

4.4.3 Altersgruppe 5 – Bolusclearance-Zeit BCT

Tabelle 4.4.6: Altersgruppe 5 – Mittelwert mit Standardabweichung sowie Median mit Range der Bolusclearance-Zeit der einzelnen Patienten

Patientennummer	Mittelwert des Mittelwertes der BCT [sec.] $\pm$ St.-abw.	Median des Medianes der BCT [sec.] (Range)
2	15,8 $\pm$ 14,2	11,6 (2,2;89,8)
8	42,8 $\pm$ 108,8	13,9 (7,7;562,6)
9	15 $\pm$ 6,2	14,9 (3,5;26,9)
10	18,3 $\pm$ 7	16,9 (8,5;39,5)
18	20,8 $\pm$ 12,7	19,6 (0,9;49,4)
21	12 $\pm$ 5,7	11,1 (3,1;23,9)
24	18 $\pm$ 15,8	13,2 (1,1;89)

Tabelle 4.4.7: Altersgruppe 5 – Mittelwert des Mittelwertes mit Standardabweichung und Median des Medianes mit Range der Bolusclearance-Zeit

Altersgruppe	Mittelwert des Mittelwertes der BCT [sec.] $\pm$ St.-abw.	Median des Medianes der BCT [sec.] (Range)
5	20,4 $\pm$ 10,3	13,9 (11,1;19,6)

In Altersgruppe 5 treten im Mittel Bolusclearance-Zeiten zwischen 12 Sekunden (Standardabweichung 5,7 Sekunden) und 42,8 Sekunden (Standardabweichung 108,8 Sekunden) auf. Der Median der BCT liegt zwischen 11,1 Sekunden (Range 3,1; 89 Sekunden) und 19,6 Sekunden (Range 0,9; 49,4 Sekunden). Der Mittelwert des Mittelwertes der BCT für die Altersgruppe 5 ist 20,4 Sekunden (Standardabweichung 10,3 Sekunden), der Median der Mediane ist 13,9 Sekunden (Range 11,1; 19,6 Sekunden).

4.4.4 Altersgruppe 5 – Säureclearance-Zeit ACT

Tabelle 4.4.8: Altersgruppe 5 – Mittelwert mit Standardabweichung sowie Median mit Range der Säureclearance-Zeit der einzelnen Patienten

Patientennummer	Mittelwert der ACT [sec.] $\pm$ St.-abw.	Median der ACT [sec.] (Range)
2	32,2 $\pm$ 26,9	24,9 (5,2;137,6)
8	59,3 $\pm$ 38,4	56,6 (13,2;150,3)
9	163,5 $\pm$ 231,7	53 (7,4;679,9)
10	55,7 $\pm$ 60,6	37 (7,5;208,5)
18	47,7 $\pm$ 83,1	18,3 (5,2;440,2)
21	87,9 $\pm$ 73,9	77,4 (9,2;311,3)
24	33,2 $\pm$ 17,4	29,3 (10,6;64,6)

Tabelle 4.4.9: Altersgruppe 5 – Mittelwert des Mittelwertes mit Standardabweichung und Median des Medianes mit Range der Säureclearance-Zeit

Altersgruppe	Mittelwert des Mittelwertes der ACT [sec.] $\pm$ St.-abw.	Median des Medianes der ACT [sec.] (Range)
5	68,5 $\pm$ 45,9	37 (18,3;77,4)

In Altersgruppe 5 treten im Mittel Säureclearance-Zeiten zwischen 32,2 Sekunden (Standardabweichung 26,9 Sekunden) und 163,5 Sekunden (Standardabweichung 231,7 Sekunden) auf. Der Median der ACT liegt zwischen 18,3 Sekunden (Range 5,2; 440,2 Sekunden) und 77,4 Sekunden (Range 9,2; 311,3 Sekunden). Der Mittelwert des Mittelwertes der ACT für die Altersgruppe 5 ist 68,5 Sekunden (Standardabweichung 45,9 Sekunden), der Median der Mediane ist 37 Sekunden (Range 18,3; 77,4 Sekunden).

4.4.5 Altersgruppe 5 – Niedrigster pH-Wert der Refluxereignisse

Tabelle 4.4.10: Altersgruppe 5 – Mittelwert mit Standardabweichung des niedrigster pH der Refluxereignisse der einzelnen Patienten

Patientennummer	Mittelwert des niedrigsten pH der GÖR $\pm$ St.-abw.
2	3,6 $\pm$ 1
8	4 $\pm$ 1,5
9	3,7 $\pm$ 1,5
10	4 $\pm$ 1,6
18	3,3 $\pm$ 1,7
21	2,3 $\pm$ 0,8
24	4 $\pm$ 1

Tabelle 4.4.11: Altersgruppe 5 – Mittelwert des Mittelwertes mit Standardabweichung des niedrigsten pH der Refluxereignisse

Altersgruppe	Mittelwert des Mittelwertes des niedrigsten pH der GÖR $\pm$ St.-abw.
5	3,6 $\pm$ 0,6

In Altersgruppe 5 liegt der Mittelwert des niedrigsten pH während der Refluxereignisse zwischen 2,3 (Standardabweichung 0,8) und 4 (Standardabweichung 1 bis 1,6). Der Mittelwert des Mittelwertes des niedrigsten pH während der Refluxereignisse ist in Altersgruppe 5 3,6 (Standardabweichung 0,6).

4.4.6 Altersgruppe 5 – Klassifizierung der Azidität der Refluxereignisse

Tabelle 4.4.12: Altersgruppe 5 – Häufigkeit der Reluxereignisse in den einzelnen Säurekategorien der einzelnen Patienten

Patientennummer	Häufigkeit saurer GÖR während 24h	Häufigkeit schwach saurer GÖR während 24h	Häufigkeit nicht saurer GÖR während 24h
2	51=72,9%	19=27,1%	0=0%
8	25=59,5%	17=40,50%	0=0%
9	19=65,5%	10=34,5%	0=0%
10	22=48,9%	23=51,1%	0=0%
18	38*=66,7%	19*=33,3%	0*=0%
21	19=95%	1=5%	0=0%
24	19*=47,5%	21*=52,5%	0*=0%

* Bei Messzeit < 24h wurde die tatsächlich stattgefundene Messzeit betrachtet

Tabelle 4.4.13: Altersgruppe 5 Mittelwert mit Standardabweichung der Häufigkeiten der Reluxereignisse in den einzelnen Säurekategorien

Altersgruppe	Mittelwert der Häufigkeit saurer GÖR während 24h ± St-abw.	Mittelwert der Häufigkeit schwach saurer GÖR während 24h ± St-abw.	Mittelwert der Häufigkeit nicht saurer GÖR während 24h ± St-abw.
5	65,1% ± 16,1%	34,9% ± 16,1%	0% ± 0%

In Altersgruppe 5 sind von allen Refluxereignissen im Mittel 65,1% sauer (Standardabweichung 16,1%) und 34,9% schwach sauer (Standardabweichung 16,1%). Es traten bei keinem Patienten nicht saure Refluxereignisse auf.

4.4.7 Altersgruppe 5 – Steighöhe der Refluxereignisse

Tabelle 4.4.14: Altersgruppe 5 – Häufigkeiten der Steighöhen der Refluxereignisse der einzelnen Patienten

Patientennummer	Häufigkeit der Steighöhe Kanal 1 während 24h	Häufigkeit der Steighöhe Kanal 2 während 24h	Häufigkeit der Steighöhe Kanal 3 während 24h	Häufigkeit der Steighöhe Kanal 4 während 24h	Häufigkeit der Steighöhe Kanal 5 während 24h
2	48=68,6%	7=10%	6=8,6%	5=7,1%	4=5,7%
8	40=95,2%	1=2,4%	1=2,4%	0=0%	0=0%
9	4=13,8%	0=0%	14=48,3%	5=17,2%	6=20,7%
10	12=26,7%	5=11,1%	19=42,2%	5=11,1%	4=8,8%
18	9*=15,8%	6*=10,5%	20*=35,1%	6*=10,5%	16*=28,1%
21	9=45%	3=15%	7=35%	1=5%	0=0%
24	26*=65%	5*=12,5%	2*=5%	6*=15%	1*=2,5%

Bei Messzeit < 24h wurde die tatsächlich stattgefundene Messzeit betrachtet

Tabelle 4.4.15: Altersgruppe 5 – Mittelwert mit Standardabweichung der Häufigkeiten der Steighöhen der Refluxereignisse

Altersgruppe	Mittelwert der Häufigkeit der Steighöhe Kanal 1 während 24 h ± St.-abw.	Mittelwert der Häufigkeit der Steighöhe Kanal 2 während 24h ± St.-abw.	Mittelwert der Häufigkeit der Steighöhe Kanal 3 während 24h ± St.-abw.	Mittelwert der Häufigkeit der Steighöhe Kanal 4 während 24h ± St.-abw.	Mittelwert der Häufigkeit der Steighöhe Kanal 5 während 24h ± St.-abw.
5	47,2% ± 30,6%	8,8% ± 5,5%	25,2% ± 19,2%	9,4% ± 5,9%	9,4% ± 10,9%

In Altersgruppe 5 steigen im Mittel 47,2% (Standardabweichung 30,6%) aller Refluxereignisse in Kanal 1 auf. 8,8% (Standardabweichung 5,5%) erreichen maximal Kanal 2, 25,2% (Standardabweichung 19,2%) Kanal 3, 9,4% (Standardabweichung 5,9%) Kanal 4 und 9,4% (Standardabweichung 10,9%) maximal Kanal 5.

4.5 Zusammenfassung der Ergebnisse aller Altersgruppen

4.5.1 Anzahl der Refluxereignisse

Tabelle 4.5.1: Altersgruppen 2, 3, 4 und 5 – Mittelwert mit Standardabweichung der Anzahl der GÖR pro 24h und pro h

Altersgruppe	Mittelwert ± Standardabweichung GÖR/24h	Mittelwert ± Standardabweichung GÖR/h
2	126 ± 22,6	5,2 ± 0,8
3	99,9 ± 32,8	4,3 ± 1,4
4	31,1 ± 9,1	1,3 ± 0,4
5	43,3 ± 16,6	1,9 ± 0,6

Die mittlere Häufigkeit der Refluxereignisse in den Altersgruppen ist in Abbildung 10 dargestellt.

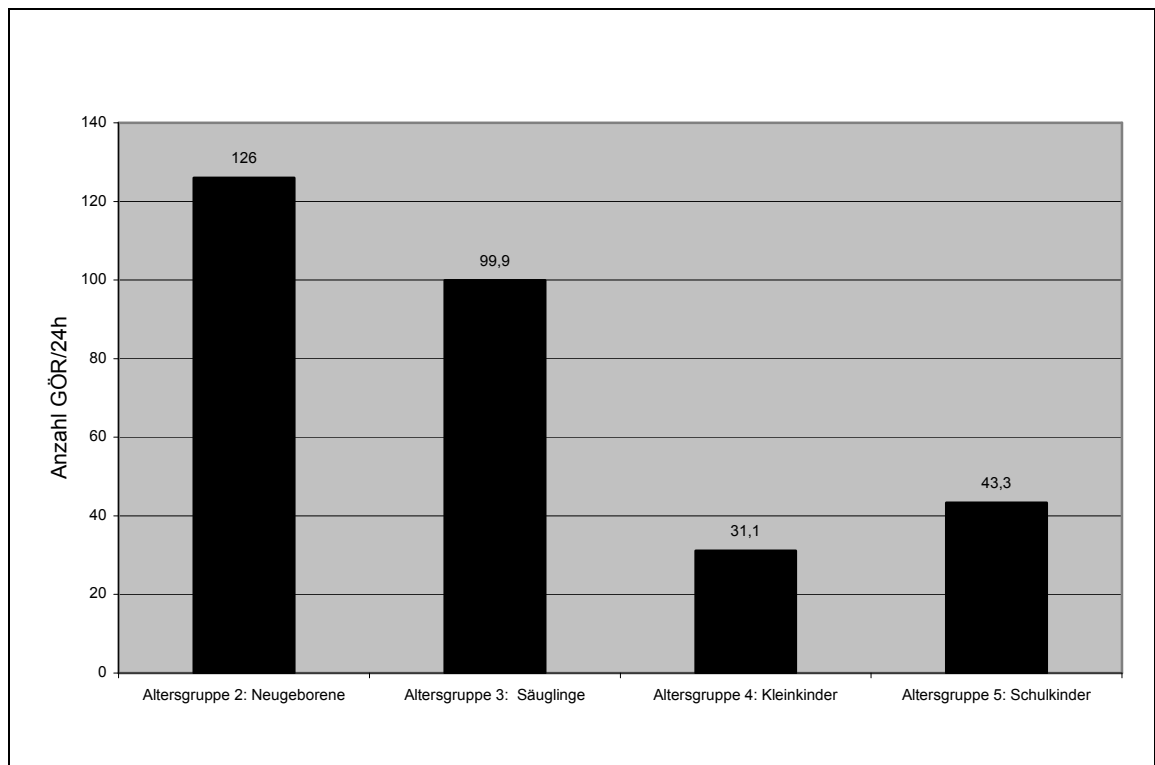


Abbildung 10: Mittelwert der absoluten Anzahl GÖR/24h nach Altersgruppen

4.5.2 Anteil der Refluxereignisse mit signifikantem Säurereflux

Tabelle 4.5.2: Altersgruppen 2, 3, 4 und 5 – Mittelwert des Anteils der Refluxereignisse mit signifikantem Säurereflux an allen Refluxereignissen

Altersgruppe	Mittelwert des Anteils der Refluxereignisse mit signifikantem Säurereflux an allen Refluxereignissen $\pm$ St.-abw.
2	10,7% $\pm$ 1%
3	25% $\pm$ 9,8%
4	40,1% $\pm$ 18,4%
5	50,1% $\pm$ 19,2%

Der individuelle Anteil von Ereignissen mit signifikantem Saurereflux variiert in 2 Altersgruppe zwischen 9,9% und 11,4%, in Altersgruppe 3 zwischen 13,7 % und 45,1 %, in Altersgruppe 4 zwischen 23,8 % und 80 % und in Altersgruppe 5 zwischen 27,5 % und 85 %.

Die Mittelwerte der Anteile der Refluxereignisse mit signifikantem Saurereflux in den einzelnen Altersgruppen sind in Abbildung 11 dargestellt.

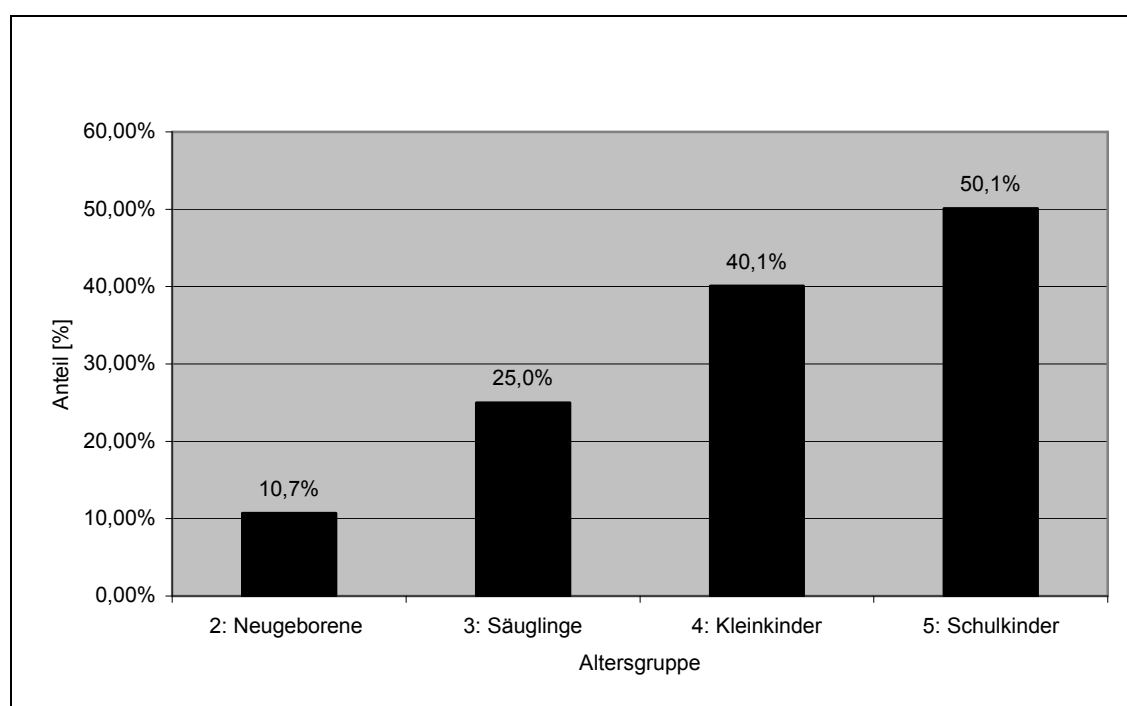


Abbildung 11: Anteil der Refluxereignisse mit signifikantem Saurereflux nach Altersgruppen

4.5.3 Bolusclearance-Zeit BCT

Tabelle 4.5.3: Altersgruppen 2, 3, 4 und 5: Mittelwert des Mittelwertes mit Standardabweichung und Median mit Range der Bolusclearance-Zeit

Altersgruppe	Mittelwert des Mittelwertes der BCT [sec.] $\pm$ St.-abw.	Median des Medianes der BCT [sec.] (Range)
2	16,5 $\pm$ 0,14	12,2 (12,1;12,2)
3	14,9 $\pm$ 2,4	10,5 (8,9;12,6)
4	15,1 $\pm$ 3,6	9,4 (8,2;12,7)
5	20,4 $\pm$ 10,3	13,9 (11,1;19,6)

Die Länge der GÖR variiert bei den untersuchten Patienten. Schon beim einzelnen Patienten gibt es Schwankungen der Bolusclearance-Zeiten zwischen den einzelnen

Refluxereignissen. Beispielsweise schwankt bei Patient 22 aus Altersgruppe 2 die BCT zwischen 2,6 Sekunden und 127,7 Sekunden. Die längste BCT findet sich mit 562,6 Sekunden bei Patient 8 in Altersgruppe 5.

Die Mittelwerte der Mittelwerte und die Mediane der Mediane der BCT sind für jede Altersgruppe in Abbildung 12 dargestellt.

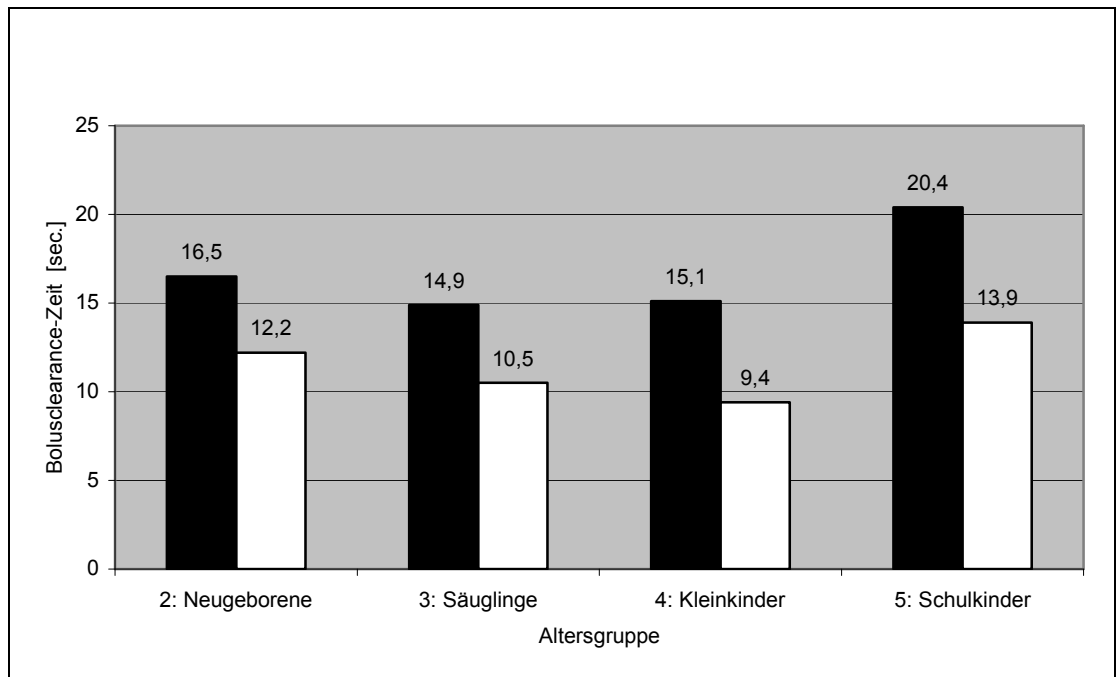


Abbildung 12: Mittelwert (schwarz) und Median (weiß) der Bolusclearance-Zeit nach Altersgruppen

4.5.4 Säureclearance-Zeit ACT

Tabelle 4.5.4: Altersgruppen 2, 3, 4 und 5: Mittelwert des Mittelwertes mit Standardabweichung und Median mit Range der Säureclearance-Zeit

Altersgruppe	Mittelwert des Mittelwertes der ACT [sec.] $\pm$ St.-abw.	Median des Medianes der ACT [sec.] (Range)
2	140,3 $\pm$ 68,5	92,7 (44,4;141,1)
3	90,2 $\pm$ 61,1	62,8 (21,9;91,7)
4	44,3 $\pm$ 20,8	20 (15,1;51)
5	68,5 $\pm$ 45,9	37 (18,3;77,4)

Bei der ACT finden sich ebenfalls Variabilitäten der Dauer schon bei den einzelnen Refluxereignisse eines Patienten. Die beiden längsten Säureclearance-Zeiten finden sich in Altersgruppe 3 bei Patient 13 mit 1380 Sekunden und Patient 19 mit 1287 Sekunden. Die Mittelwerte der Mittelwerte und die Mediane der Mediane der ACT sind für jede Altersgruppe in Abbildung 13 dargestellt.

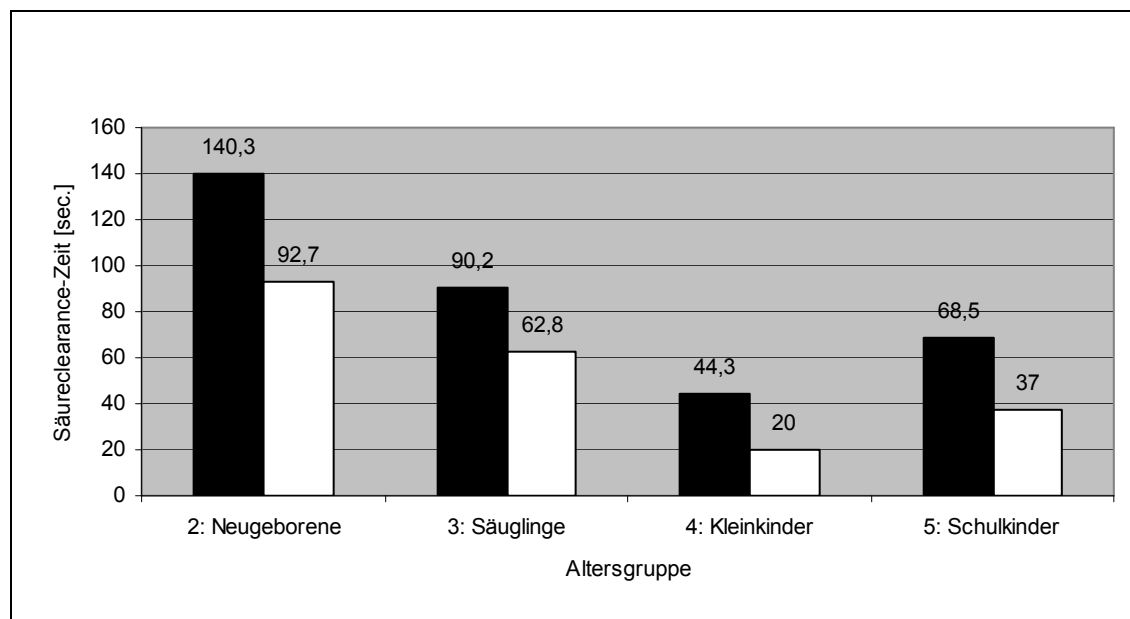


Abbildung 13: Mittelwert (schwarz) und Median (weiß) der Säureclearance-Zeit nach Altersgruppen

4.5.5 Niedrigster pH-Wert der Refluxereignisse

Tabelle 4.5.5: Altersgruppen 2, 3, 4 und 5: Mittelwert des Mittelwertes mit Standardabweichung des niedrigsten pH der Refluxereignisse

Altersgruppe	Mittelwert des Mittelwertes des niedrigsten pH der GÖR $\pm$ St.-abw.
2	5,5 $\pm$ 0,6
3	4,5 $\pm$ 0,6
4	3,8 $\pm$ 0,9
5	3,6 $\pm$ 0,6

Abbildung 14 zeigt eine Übersicht über den Mittelwert des Mittelwertes des niedrigsten pH der Refluxereignisse der vier Altersgruppen.

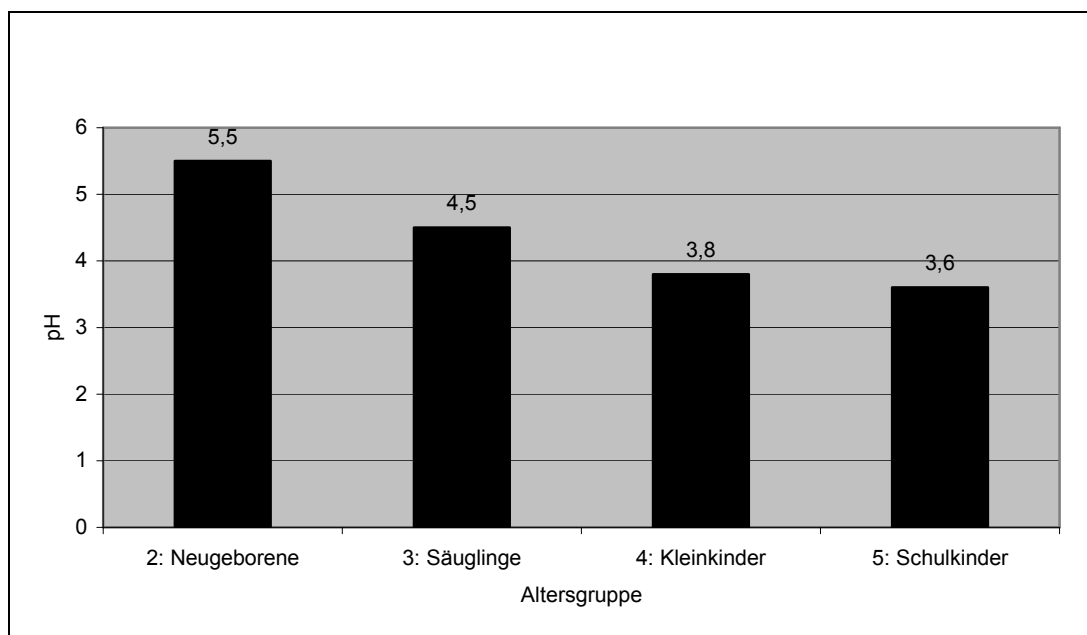


Abbildung 14: Mittelwert des Mittelwertes des niedrigsten pH während der Refluxereignisse nach Altersgruppen

4.5.6 Klassifizierung der Azidität der Refluxereignisse

Tabelle 4.5.6: Altersgruppen 2, 3, 4 und 5: Mittelwerte der Häufigkeiten der Refluxereignisse in den einzelnen Säurekategorien

Altersgruppe	Mittelwert der Häufigkeit saurer GÖR während 24h $\pm$ St-abw.	Mittelwert der Häufigkeit schwach saurer GÖR während 24h $\pm$ St-abw.	Mittelwert der Häufigkeit nicht saurer GÖR während 24h $\pm$ St-abw.
2	14,9% $\pm$ 3,1%	68,9% $\pm$ 19,8%	16,2% $\pm$ 22,9%
3	33,9% $\pm$ 13,7%	63,9% $\pm$ 12%	2,2% $\pm$ 5,1%
4	57,6% $\pm$ 20,8%	40,1% $\pm$ 18,6%	2,3% $\pm$ 6,5%
5	65,1% $\pm$ 16,1%	34,9% $\pm$ 16,1%	0% $\pm$ 0%

Die Verteilung der mittleren Häufigkeiten der GÖR in den Säurekategorien in den einzelnen Altersgruppen ist in Abbildung 15 veranschaulicht.

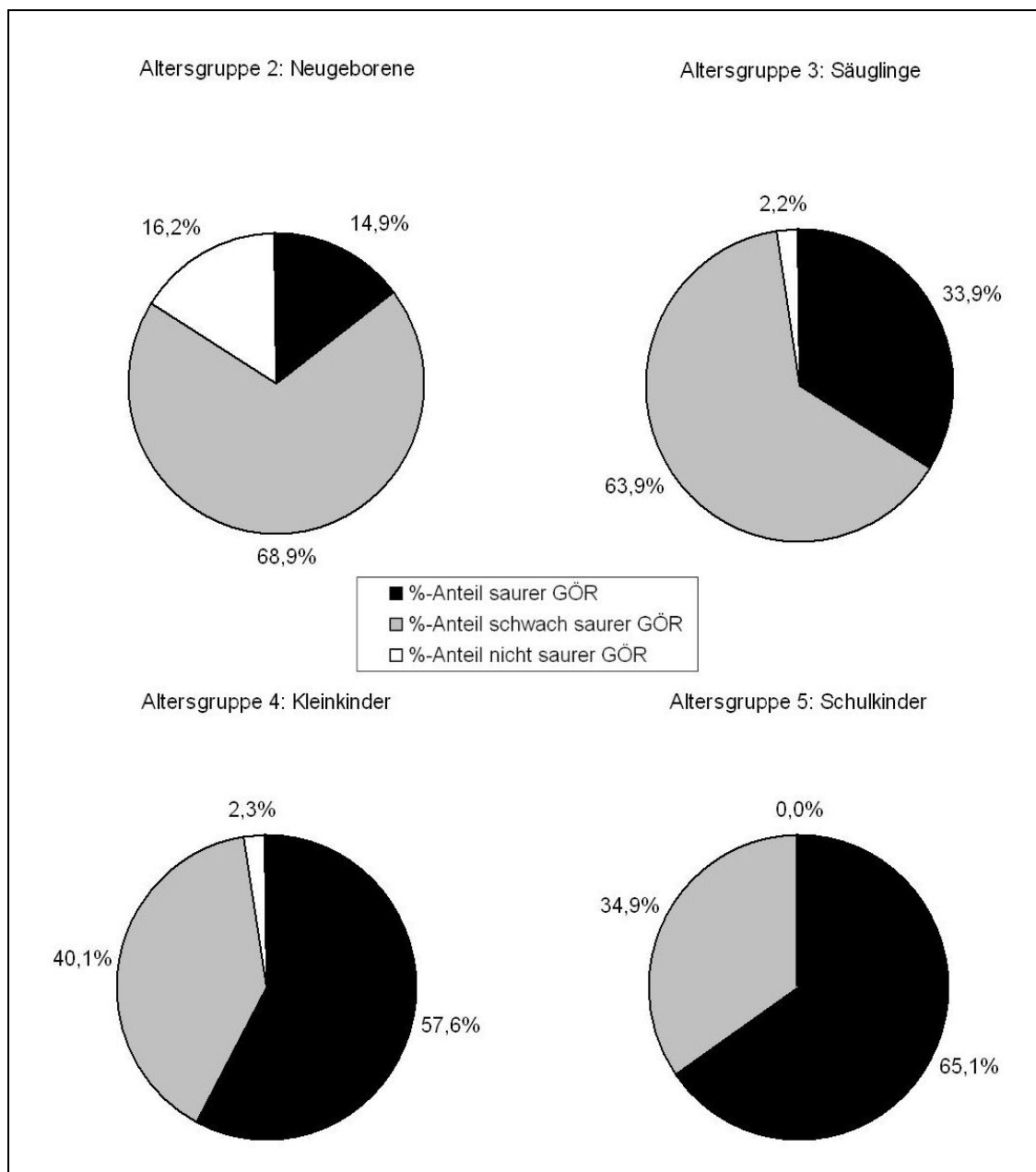


Abbildung 15: Mittelwerte der Prozentanteile der Refluxereignisse in den Kategorien sauer, schwach sauer und nicht sauer nach Altersgruppen

4.5.7 Steighöhe der Refluxereignisse

Tabelle 4.5.7: Altersgruppen 2, 3, 4 und 5: Mittelwerte mit Standardabweichungen der Häufigkeiten der erreichten Steighöhen der Refluxereignisse

Altersgruppe	Mittelwert der Häufigkeit der Steighöhe Kanal 1 während 24 h ± St.-abw.	Mittelwert der Häufigkeit der Steighöhe Kanal 2 während 24h ± St.-abw.	Mittelwert der Häufigkeit der Steighöhe Kanal 3 während 24h ± St.-abw.	Mittelwert der Häufigkeit der Steighöhe Kanal 4 während 24h ± St.-abw.	Mittelwert der Häufigkeit der Steighöhe Kanal 5 während 24h ± St.-abw.
2	86,8% ± 16,1%	3,2% ± 4,5%	2,8% ± 4%	3,2% ± 3,3 %	4% ± 4,3%
3	64,7% ± 20,2%	15,9% ± 8,4%	10% ± 7,1%	7,2% ± 7,7%	2,2% ± 2,9%
4	54,4% ± 14,8%	14,5% ± 11,1%	12,5% ± 5,1%	13,2% ± 7,6%	5,4% ± 5,7%
5	47,2% ± 30,6%	8,8% ± 5,5%	25,2% ± 19,2%	9,4% ± 5,9%	9,4% ± 10,9%

Einen Überblick über die Mittelwerte der Prozentanteile der maximalen Steighöhen gibt Abbildung 16.

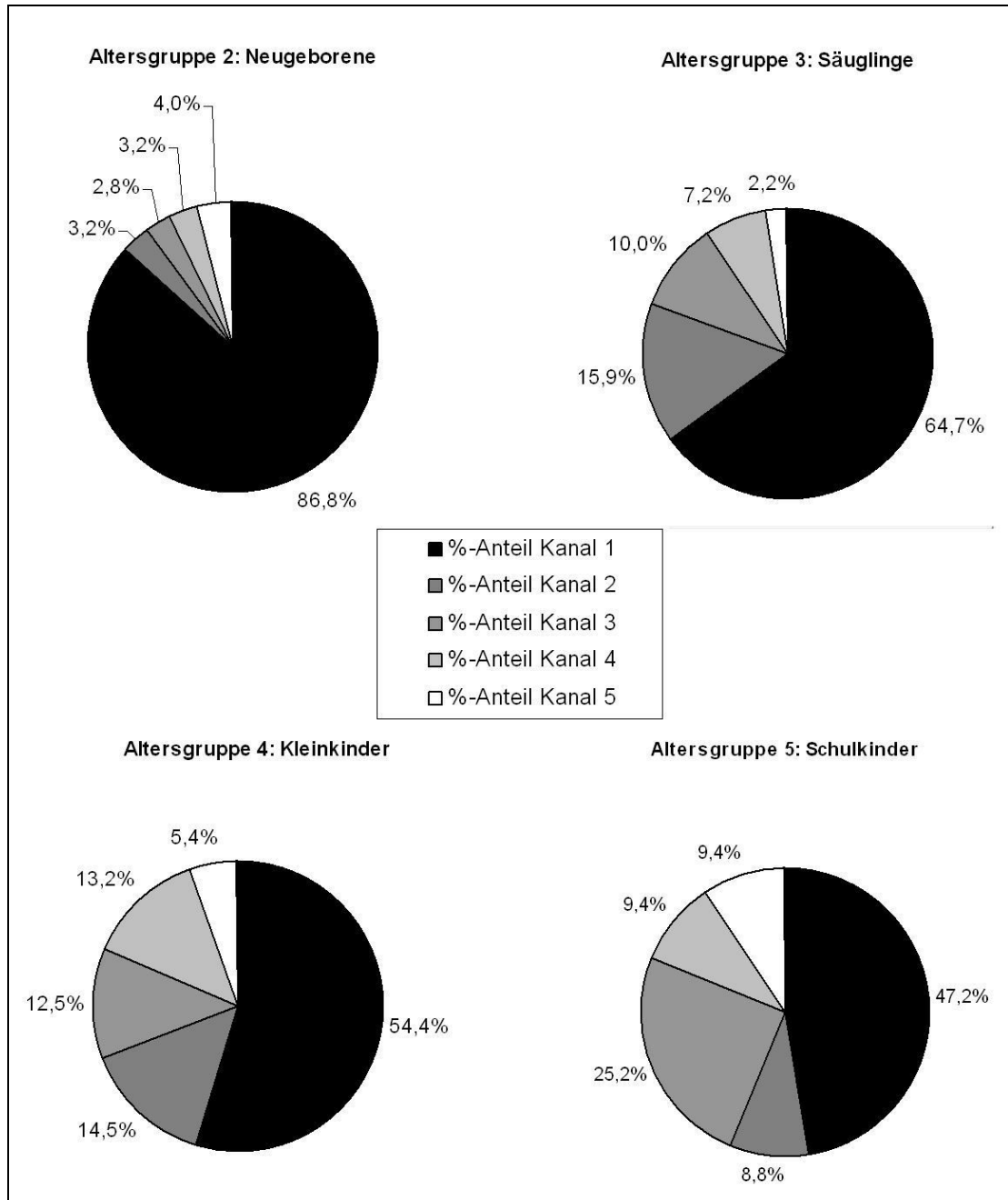


Abbildung 16: Mittelwerte der Prozentanteile der maximal erreichten Impedanzkanäle nach Altersgruppen

Cornelia T. Sperlich

„Normwerte aus kombinierten pH-Metrie-Impedanzmessungen zur Diagnostik eines gastroösophagealen Refluxes im Kindesalter – Ergebnisse einer Pilotstudie“

5 Diskussion

Das Erstellen von Normwerten für die pH-Metrie-Impedanz bei Kindern ist notwendig, um die Etablierung dieser Methode in der Klinik zu erreichen und so die diagnostischen Vorteile auch in der Routinediagnostik nutzen zu können.

Bekannt ist, dass mit alleiniger pH-Metrie GÖR nicht ausreichend diagnostiziert werden kann. Die pH-Metrie erkennt nicht Refluxereignisse mit einem pH über 4 und ist daher besonders zur Diagnostik von GÖR bei jüngeren Kindern ungeeignet. Falsch positive Ergebnisse kommen außerdem zustande z.B. durch das Trinken von säurehaltigen Getränken, die den ösophagealen pH senken. Ein so entstandener pH-Abfall könnte in der pH-Metrie nur mithilfe eines Nahrungsprotokolls des Patienten erkannt werden.

Bei Refluxereignissen, bei denen der pH kürzer als 0,1 Sekunde unter 4 ist – also kein klinisch signifikanter Säurereflux auftritt – wird die alleinige pH-Metrie einen sauren Reflux anzeigen. Währenddessen kann mit der pH-Metrie-Impedanz die tatsächliche Exposition der Ösophagusschleimhaut gegenüber dem Refluxat genauer quantifiziert werden durch die Angabe der Bolusclearance-Zeit. Zusätzlich kann differenziert werden zwischen saurem GÖR mit und ohne signifikanten Säurereflux.

Aufgrund der Tatsache, dass die ACT bei Refluxereignissen mit signifikantem Säurereflux tendenziell länger ist als die BCT wird in diesen Fällen bei alleiniger pH-Metrie die Expositionsdauer des Ösophagus gegenüber dem Bolus überschätzt. Lediglich bei Annahme der Proportionalität von Säureexposition und Schädigung der Schleimhaut liefert die alleinige pH-Metrie Hinweise zur Einschätzung der Pathogenität des GÖR.

Ob saurer pH tatsächlich immer schädlicher ist als nicht-saurer pH, ist jedoch bisher nicht endgültig geklärt.

Um nun für die Etablierung der pH-Metrie-Impedanz valide Normwerte zu finden, wäre es notwendig, das Auftreten von GÖR in einer Querschnittsstudie bei freiwilligen, gesunden Probanden mit dieser Methode zu untersuchen. Nicht zuletzt wegen der Invasivität der Messung ist es ethisch jedoch nicht vertretbar, Eltern um ihr Einverständnis zu bitten, ihre gesunden Kinder an einer Studie dieser Art teilnehmen zu lassen. Daher bleibt bei Suche nach Normwerten nur die Möglichkeit, Messungen von Patienten heranzuziehen, die sich mit Beschwerden vorstellten, die durch GÖR verursacht werden können (z.B. ALTE, Atemwegsprobleme, Bauchschmerzen). Anhand der Ausschlusskriterien sollten nur Patienten in die Normwertfindung eingeschlossen

werden, die keine anatomischen oder funktionellen Pathologien aufweisen, die GÖR beeinflussen können. Außerdem mussten ihre Messungen als gesund im Sinne der Fragestellung der jeweiligen Indikation zu Messung befundet werden. Es kann nicht ausgeschlossen werden, dass trotz Beachtung der o.g. Ausschlusskriterien nicht Patienten in die Studie eingeschlossen wurden, die eine hier nicht beachtete Pathologie aufweisen. Die bisher noch visuell-manuelle Analyse der Messungen unterliegt subjektiven Einflüssen, so dass die Befundung als „gesund“ nicht immer objektiv sein kann. Es muss also vermutet werden, dass diese Auswahl von Patienten nicht einer Auswahl entspricht, die in einer Querschnittstudie an gesunden Patienten untersucht würde. Dennoch erscheine die verwendete Methode als die einzige gangbare Möglichkeit zur Erstellung von Normwerten bei Kindern.

Die strenge Anwendung der Ein- und Ausschlusskriterien führt dazu, dass nur 26 (von 203 untersuchten) Patienten in diese Studie eingeschlossen werden konnten. Nach Aufteilung in die fünf Altersgruppen bleiben in Altersgruppe 2 nur zwei Patienten, in Altersgruppe 3 neun Patienten, in Altersgruppe 4 acht Patienten und in Altersgruppe 5 sieben Patienten.

Mitunter ist die individuelle Variabilität der Ergebnisse in den Altersgruppen groß und verzerrt gerade an einem derart kleinen Kollektiv die gefundenen Mittelwerte.

Die Ergebnisse dieser geringen Anzahl untersuchter Patienten und die Streuung innerhalb der Altersgruppen erlauben nicht, die gefunden Mittelwerte als allgemein gültige Normwerte anzunehmen. Es können aus den gefundenen Daten keine Konfidenzintervalle im Sinne von Grenzwerten erstellt werden, in denen z.B. 95 % aller Messergebnisse liegen sollten. Obwohl die vorliegenden Ergebnisse eher als Charakteristika der wenigen untersuchten Patienten zu sehen sind, kann der Nutzer der pH-Metrie-Impedanz die Ergebnisse seiner untersuchten Patienten mit den hier vorgestellten Werten vergleichen, sie also zur Referenz heranziehen.

Nicht alle in die Untersuchung einbezogenen Messungen wurden tatsächlich für 24 Stunden durchgeführt. Um auf Mittelwerte der Anzahl der GÖR/24h zu kommen, wurde die gefundene Ereignisanzahl bei kürzerer Messzeit auf 24 Stunden extrapoliert. Bei der Interpretation der Ergebnisse muss also dieses Extrapolieren mit bedacht werden. Bei den übrigen zur qualitativen Charakterisierung der GÖR herangezogenen Merkmalen wurden keine Werte auf 24 Stunden extrapoliert, da hier tageszeitliche Schwankungen anzunehmen sind. Da die Messungen meistens vormittags begonnen wurden, fehlen bei Messungen unter 24 Stunden Messzeit dementsprechend am ehesten

Beobachtungszeiträume in den Morgenstunden. Bei der Interpretation der Ergebnisse der qualitativen GÖR-Merkmale muss daher daran gedacht werden, dass nur eingeschränkt Aussagen gemacht werden können über die Merkmale der Refluxes in der nicht beobachteten Zeit.

Da bei der Untersuchung nicht ein eventuell parallel zur Messung geführtes Ereignisprotokoll ausgewertet wurde, kann nicht beurteilt werden, wie die Ergebnisse der einzelnen Patienten durch Aktivitäten, Körperlage (aufrecht oder liegend) oder Mahlzeiten beeinflusst werden.

Eine Einteilung der Patienten in Gruppen (wie hier in Altersgruppen) ist notwendig, bedingt aber auch, dass durch das Setzen der Grenzen zwischen den Gruppen zwei Patienten in unterschiedliche Gruppen eingeordnet werden, die kurz unter und über der Grenze liegen und sich eventuell ähnlicher wären, als zwei Patienten einer Gruppe, die knapp innerhalb der oberen und unteren Grenzen ihrer Gruppe liegen. Die Wahl der Altersgrenzen in dieser Studie ist sinnvoll, da sie die in der Pädiatrie allgemein gültige Altersaufteilung (Neugeborene, Säuglinge, Kleinkinder und Schulkinder) widerspiegelt. Die Einteilung in Gruppen und die damit verbundene Auswahl des Katheters und Messprotokolls stellen eine anerkannte und praktikable Methode dar.

Die visuell-manuelle Auswertung der Messungen bezüglich der Zielparameter in dieser Studie ist ebenso untersucherabhängig und subjektiv wie die vorher stattgefundene Erstbefundung der Messung. Die Auswertung ist langwierig und monoton, so dass nicht ausgeschlossen werden kann, dass dabei Fehler unterlaufen. Es wurde versucht, die Subjektivität einzugrenzen dadurch, dass die Messung von zwei Untersuchern unabhängig voneinander analysiert wurden und im Anschluss die Ergebnisse verglichen wurden, bis ein Konsensus erzielt wurde.

Obwohl die gefundenen Ergebnisse aufgrund der kleinen Anzahl von untersuchten Patienten wie bereits erläutert nicht als endgültige Normalwerte angesehen werden können, fallen Unterschiede in den untersuchten Parametern zwischen den Altersgruppen auf, die im folgenden erläutert werden.

5.1 Anzahl der Refluxereignisse

Betrachtet man lediglich die mittlere absolute Häufigkeit der Refluxereignisse in den Altersgruppen, ist die Tendenz zu erkennen, dass die Häufigkeit der Ereignisse mit dem Alter abnimmt, mit Ausnahme eines erneuten schwachen Anstiegs zwischen Gruppe 4 und 5 (Abbildung 10).

Die Beobachtung dieser Tendenz deckt sich mit früheren Untersuchungen (z.B. Colletti RB et al 1995).

Eine mögliche Erklärung ist, dass Neugeborene und Säuglinge mehr Zeit liegend verbringen als ältere Kinder und durch diese Körperposition das Auftreten eines GÖR begünstigt ist. Keady erklärte die Abnahme der Refluxhäufigkeit mit dem Alter mit der vorübergehenden Unreife des frühkindlichen Gastrointestinaltraktes bzw. einem kürzeren abdominalen Ösophagus (Keady S 2007).

Anhand der vorliegenden Daten kann die Hypothese des sich „auswachsenden Reflux“ in so weit bestätigt werden, dass im Schulkindalter das physiologische Auftreten von Reflux seltener ist als im Neugeborenenalter, jedoch ist zu beachten, dass mit durchschnittlich 43,3 Refluxereignissen in 24 Stunden in Altersgruppe 5 immer noch von einer physiologischen aber erheblichen Beeinflussung des Ösophagus durch Reflux ausgegangen werden muss.

Die absolute Anzahl von Refluxereignissen in 24 Stunden variiert bei jedem Patienten. Unterschiede in der individuellen Anzahl der Ereignisse werden durch die Standardabweichung als Maß der Streuung widerspiegelt. Die größte Streuung ist in Altersgruppe 3 zu finden. Das könnte sich dadurch erklären, dass sich im Säuglingsalter die Reifung des Ösophagus vollzieht, so dass ein Teil der Patienten in dieser Gruppe bei einem noch unreifen Ösophagus viele Refluxereignisse hat und der andere Teil schon einen reifen Ösophagus mit wenig Refluxepisoden hat. Der Abschluss der Reifung der ösophagealen Refluxclearance-Mechanismen scheint nach den vorliegenden Daten am ehesten am Ende des ersten Lebensjahres zu liegen.

In Altersgruppe 4 – also bei den Kleinkindern – ist nicht nur die geringste Anzahl von Ereignissen, sondern auch die geringste Streuung zu finden. In Altersgruppe 5 – bei den Schulkindern – ist die Altersdifferenz zwischen den einzelnen Patienten am größten, dennoch ist die Streuung geringer als z.B. in der altersmäßig homogenen Gruppe 2. Das legt nahe, dass ältere Kinder hinsichtlich der Reifung der Mechanismen, die die

untersuchten Parameter beeinflussen, homogener sind als jüngere. In diesen beiden Altersgruppen ist GÖR also bei den einzelnen Patienten gleichmäßig selten. Bedacht werden sollte, dass die Gültigkeit einer Beurteilung der Variabilität der Häufigkeiten in Altersgruppe 2 bei nur 2 eingeschlossenen Patienten fraglich ist.

5.2 Anteile der Refluxereignisse mit signifikantem Säurereflux

Signifikanter Säurereflux ist definiert als ösophagealer $\text{pH} < 4$ für mindesten 0,1 sek während des Bolusrefluxereignisses.

Während in Altersgruppe 2 der Mittelwert des Anteils von Refluxereignissen mit signifikantem Säurereflux am kleinsten ist und eine geringe Streuung aufweist, nimmt der Mittelwert des Anteils der Ereignisse mit signifikantem Säurereflux und auch die Streuung um diesen Mittelwert mit jeder Altersgruppe zu. Der individuelle Anteil von Ereignissen mit signifikantem Säurereflux variiert innerhalb der Altersgruppen zum Teil beträchtlich.

Während also die Häufigkeit von Refluxereignissen mit dem Alter abnimmt, nimmt der Anteil von Ereignissen mit relevantem Säurereflux zu.

Es wurde bereits gezeigt, dass bei Säuglingen die meisten GÖR-Ereignisse in den ersten beiden Stunden postprandial auftreten, wobei aufgrund der Pufferungseigenschaften der Milch vor allem Refluxepisoden mit neutralem bzw. schwach basischem pH stattfinden (Skopnik H et al 1996).

Die Pufferungseigenschaften durch Milch sind bei älteren Kindern, die tendenziell mit zunehmendem Alter weniger Milch trinken, nicht zu erwarten. Diese Hypothese, dass die Häufigkeit von relevantem Säurereflux negativ korreliert ist mit der Häufigkeit des Trinkens von Milch, kann eine Erklärung für die Zunahme der Häufigkeit relevanten Säurerefluxes mit dem Alter sein. Sie lässt sich aber an den vorliegenden Daten nicht bestätigen oder verwerfen, da kein Nahrungsmittelprotokoll parallel zur Messung geführt wurde.

Eine Erklärung für die höhere Variabilität der Häufigkeit in Altersgruppen höheren Alters ist, dass mit zunehmendem Alter Kinder sich individueller ernähren und je nach Nahrungsmittel unterschiedlich oft relevanter Säurereflux auftritt. Diese Hypothese lässt sich jedoch ohne Nahrungsmittelprotokoll nicht prüfen.

Ebenso wenig lässt sich ohne Nahrungsmittelprotokoll überprüfen, ob Refluxereignisse kurz nach der Mahlzeit einen anderen pH aufweisen als nach später eingenommenen Mahlzeiten.

5.3 Bolusclearance-Zeit (BCT)

Bei dem Vergleich der Mittelwerte der Mittelwerte bzw. der Mediane der Mediane der BCT zwischen den Altersgruppen ist keine eindeutige Tendenz bzgl. längerer oder kürzerer BCT mit zunehmendem Alter zu erkennen (Abbildung 12). Es ist lediglich gerechtfertigt zu sagen, dass in Altersgruppe 5 die längste mediane BCT auftritt und in Altersgruppe 4 die kürzeste. Die Reife des Ösophagus scheint anhand der vorliegenden Daten keinen Einfluss auf die Verweildauer eines Bolus im Ösophagus zu haben. Jedenfalls kann nicht pauschal von einem langsameren ösophagealen Clearing des jüngeren Kindes gesprochen werden, was vorherigen Untersuchungen widerspricht (ESPGAN, Vandenplas Y 1998). Postuliert man, dass Neugeborene und Säuglinge mehr Zeit liegend verbringen als ältere Kinder, scheint die Körperposition keinen Einfluss auf die ösophageale Clearance zu haben.

Bei den untersuchten Patienten gibt es eine hohe Variabilität der Länge der GÖR. Es fällt auf, dass es schon beim einzelnen Patienten große Schwankungen der Bolusclearance-Zeiten zwischen den einzelnen Refluxereignissen gibt. Die Standardabweichung vom Mittelwert und die Differenz zwischen Mittelwert und Median nimmt mit jeder Altersgruppe zu. Das bedeutet, dass bei älteren Kindern mehr extrem lange Bolusclearance-Zeiten auftreten als bei jüngeren Kindern und die Variabilität der Länge der BCT höher ist. Eventuell treten bei älteren Kindern zum Teil größere Refluxvolumina auf, die eine längere Verweildauer haben.

Da die Mittelwerte durch extreme Ausreißer nach oben verzerrt werden eignet sich der Median eher zur Charakterisierung der BCT. Er gibt an, welche maximale Dauer die kürzesten 50% der Ereignisse haben.

5.4 Säureclearance-Zeit (ACT)

Mit Ausnahme der Altersgruppe 5 ist die Säureclearance bei jüngeren Kindern länger als bei älteren Kindern. Eine mögliche Erklärung dafür, dass ältere Kinder kürzer für die Säureclearance des Ösophagus benötigen ist, dass die Speiseröhre älterer Kinder reifer

ist und einen Mechanismus besitzt die Säureclearance zu beschleunigen. Es könnte auch aufgrund der höheren kognitiven Fähigkeiten bei älteren Kindern dazu kommen, dass sie sauren Reflux nicht nur durch Sodbrennen bemerken, sondern bewusst versuchen, durch vermehrtes Schlucken von Speichel und gleichzeitig damit ausgelöster propulsiver Motorik die Symptome zu beenden.

Da die Mittelwerte durch extreme Ausreißer nach oben verzerrt werden eignet sich der Median mit Angabe der Range eher zur Charakterisierung der ACT. Er gibt an, welche maximale Dauer die kürzesten 50% der Ereignisse haben.

Die individuelle Variabilität der ACT der einzelnen Refluxereignisse eines Patienten ist an hohen Standardabweichungen von den Mittelwerten, großen Ranges und extremen Ausreißern zu erkennen. Im Gruppenmittelwert der Standardabweichung fallen diese Ausreißer bei einer hohen Gesamtzahl betrachteter Ereignisse nicht mehr auf. Die Variabilität der Länge der ACT einzelner Refluxereignisse ist bei jüngeren Kindern höher als bei älteren Kindern. Warum es bei jüngeren Kindern von Reflux zu Reflux zu großen Unterschieden in der Länge der ACT kommt, ist möglicherweise dadurch zu erklären, dass ein unreiferer Ösophagus noch keinen verlässlichen Mechanismus besitzt, auf Säurerefluxereignisse gleichbleibend adäquat zu reagieren.

Dass bei Schulkindern wiederum im Mittel die Säureclearance länger dauert als bei Kleinkindern und eine höhere Variabilität der ACT gefunden wurde als bei Kleinkindern, widerspricht der Hypothese der schnellen Clearance durch Reifung allerdings. Es kann postuliert werden, dass eine säurehaltigere Ernährung der Schulkinder die längere Säureclearance-Zeit verursacht. Analog würden kürzere Zeiten auftreten, wenn weniger säurehaltige Nahrungsmittel konsumiert werden. Durch Genuss von Nahrungsmitteln unterschiedlichen Säuregehaltes wäre die hohe Variabilität in Altersgruppe 5 zu erklären.

In der Zusammenschau ist auffallend, dass jüngere Kinder weniger Refluxereignisse mit relevantem Säurereflux haben als ältere. Die im Fall eines relevanten Säurereflux benötigte Säureclearance-Zeit dauert länger als bei älteren Kindern.

Bei Vergleich von Bolusclearance-Zeit und Säureclearance-Zeit fällt auf, dass die ACT im Mittel stets länger ist als die BCT. Diese Differenz fällt besonders in Altersgruppe 2 auf. Tritt also ein relevanter Säurereflux auf, dauert es länger, bis der pH wieder im nicht sauren Bereich ist als es dauert, den Bolus zu beseitigen. Gerade die sehr jungen Patienten scheinen weniger Probleme zu haben, den Bolus aus der Speiseröhre zu beseitigen, als den pH wieder anzuheben.

Die Bolus-Clearance ist per Definition beendet, wenn 50 Prozent der initialen Impedanz wieder erreicht sind, was einer über 90 %-igen Clearance entspricht (Skopnik H et al 1996). Anscheinend ist die zunächst verbleibende maximal 10 %-ige Bolusmenge für die längere Säureclearance verantwortlich. Der spätere erneute pH-Anstieg könnte durch Clearance dieser letzten 10 Prozent des Bolus oder durch Schleimproduktion der Schleimhaut bzw. das Schlucken von neutralisierendem Speichel erreicht werden. Bemerkenswert ist, dass es bei einzelnen Refluxereignissen extrem lange Säureclearance-Zeiten gibt, die offensichtlich nicht durch die sonst stattfindenden Mechanismen verkürzt werden können.

5.5 Niedrigster pH-Wert der Refluxereignisse und

5.6 Klassifizierung der Azidität der Ereignisse

Der Mittelwert des Mittelwertes des niedrigsten pH-Wertes nimmt mit jeder Altersgruppe ab. In Altersgruppe 2 ist der Anteil saurer Refluxereignisse am geringsten und nimmt mit jeder Altersgruppe zu. Der Anteil schwach saurer Refluxereignisse nimmt mit dem Alter hingegen ab. Während in Altersgruppe 2 und in Altersgruppe 3 die schwach sauren Refluxereignisse noch den größten Anteil der Ereignisse ausmachen, sind in Altersgruppe 4 und 5 die sauren Refluxereignisse häufiger. Es treten mehr nicht saure GÖR in Altersgruppe 2 auf als in den anderen Altersgruppen. Diese Beobachtungen decken sich mit der zunehmenden Häufigkeit von Refluxereignissen mit signifikantem Säurereflux mit zunehmendem Alter (siehe 5.2). Die postulierten Pufferungseigenschaften der Milch auf die hauptsächlich postprandialen Refluxereignisse erklären, warum in Altersgruppe 2 (und Altersgruppe 3) vornehmlich nicht saure Refluxereignisse zu finden sind. Bei älteren Kindern entstehen durch vielseitigere Ernährung eher schwach saure und saure Refluxereignisse.

Dass jüngere Kinder weniger saure Refluxereignisse haben als ältere Kinder, wurde bereits von Condino et al beschrieben. Condino et al fanden bei Säuglingen 47 % saure und 53 % nicht saure GÖR, wobei als „nicht sauer“ dort jeder pH über 4 klassifiziert wurde. In der untersuchten Gruppe von Säuglingen in der vorliegenden Studie fanden sich mit 33,9 % weniger saure GÖR als bei Condino et al. Auch von Condino et al waren pH-Metrie-Impedanz-Messungen bei klinischem Verdacht auf GÖR durchgeführt worden. Es ist fraglich, ob sich lediglich die Bedingungen der Messungen (wie z.B. die

Ein- und Ausschlusskriterien) oder tatsächlich die Eigenschaften der GÖR bei Condino et al von den in der vorliegenden Arbeit untersuchten Messungen unterscheiden (Condino AA et al 2006).

Bei allen Gruppen findet sich eine ähnlich niedrige Streuung um den mittleren niedrigsten pH-Wert der Refluxereignisse, was für eine ähnliche Azidität der GÖR innerhalb der Altersgruppen spricht. Die zum Teil hohen Standardabweichungen von den Mittelwerten für die Anteile der Refluxereignisse an den einzelnen Säurekategorien deuten aber an, dass es sehr wohl innerhalb der Altersgruppen deutliche Unterschiede in den Häufigkeiten der Kategorien gibt.

5.7 Steighöhe der Refluxereignisse

In Altersgruppe 2 erreichen mit durchschnittlich 68,8% die meisten Refluxereignisse den obersten Kanal 1 und somit möglicherweise den Oropharynx. Bei diesen 68,8% kann also das Symptom Regurgitation beobachtet werden. Obwohl auch in den Altersgruppen 3 und 4 die meisten GÖR Kanal 1 und in Altersgruppe 5 immer noch fast die Hälfte der Boli den obersten Kanal erreicht, nimmt der relative Anteil der bis in Kanal 1 steigenden Refluxereignissen mit jeder Altersgruppe ab.

Bei einer Untersuchung von gesunden Frühgeborenen hatten López-Alonso M et al gezeigt, dass 90% aller Refluxereignisse den oberen Ösophagus erreichen (López-Alonso M et al 2006). Das mit zunehmendem Alter der Anteil der GÖR abnimmt, die bis in Kanal 1 steigen lässt sich eventuell durch die zunehmende Länge des Ösophagus mit dem Alter erklären. Eine bessere propulsive Motorik kann das Aufsteigen bremsen. Es kann auch die Körperposition der vornehmlich liegenden Neugeborenen und Säuglinge ein Höhersteigen begünstigen. Allerdings treten in Altersgruppe 5, bei der aufgrund der Reife des Ösophagus von effektiven antirefluxiven Mechanismen ausgegangen werden kann, die längsten BCT auf (siehe 5.3). Das bedeutet, dass die Boli auch wenn sie nicht den gesamten Ösophagus aufsteigen, bei dieser Altersgruppe am längsten im unteren Bereich persistieren.

Festzuhalten ist, dass in allen Altersgruppen der Großteil der Refluxereignisse den gesamten Ösophagus aufsteigt, es also keinen Mechanismus gibt, der Aufsteigen zuverlässig verhindert.

Bei Betrachtung der Häufigkeiten der Ereignisse in den übrigen Impedanzkanälen fällt kein deutlicher Trend der Verteilung auf. Allerdings ist festzustellen, dass in keiner Altersgruppe mehr als ein Zehntel der GÖR nur bis in den untersten Kanal 5 steigt.

Die individuelle Variabilität der Steighöhen spiegelt sich in den zum Teil über dem Mittelwert liegenden Standardabweichungen der Gruppenmittelwerte wider. Hierbei ist in keiner Altersgruppe eine besonders hohe Variabilität erkennbar.

6 Ausblick

Um die Vorteile der kombinierten pH-Metrie-Impedanzmessung wie

- Informationen über Bolusbewegungen und deren Richtung, deren Azidität, Steighöhe sowie Bolus- und Säureclearance-Zeit,
- die ambulante Durchführbarkeit, sowie
- die Möglichkeit von 24-stündigen Messungen, die das Refluxverhalten in physiologischen Situationen eines normalen Tagesablaufes aufzeichnen,

in der klinischen Routine nutzen zu können, fehlen bis heute zum einen eine validierte automatisierte Analysemethode, um den Zeitaufwand und die Untersucherabhängigkeit zu minimieren, und zum anderen Normwerte, anhand derer die eigenen Ergebnisse als pathologisch oder nicht pathologisch eingestuft werden können. Da aufgrund der geringen Patientenzahlen in dieser Studie keine allgemein gültigen Normwerte ermittelt werden konnten, müssen weitere Untersuchungen dieser Art an einem größeren Patientenkollektiv (50 Patienten pro Altersgruppe) am ehesten im Rahmen einer Multi-Center-Studie folgen.

Eine Querschnittsstudie an einem gesunden Patientenkollektiv wird aufgrund der Invasivität der Methode kaum realisierbar sein, so dass das hier vorliegende Studienprotokoll als Grundlage dienen mag.

Cornelia T. Sperlich

„Normwerte aus kombinierten pH-Metrie-Impedanzmessungen zur Diagnostik eines gastroösophagealen Refluxes im Kindesalter – Ergebnisse einer Pilotstudie“

7 Zusammenfassung

Gastroösophagealer Reflux (GÖR) ist bei jedem Menschen zu finden und somit zunächst ein physiologisches Ereignis. Wenn sich dieser Reflux klinisch manifestiert beispielsweise durch Gedeihstörungen beim Kind oder pulmonale Aspiration, spricht man von gastroösophagealer Refluxkrankheit (GERD).

Eine Methode zur Untersuchung von GÖR ist die kombinierte pH-Metrie-Impedanzmessung. Erkennbar sind mit dieser jegliche antero- und retrograden Bolusbewegungen in der Speiseröhre sowie Veränderungen des vorherrschenden pH, die Bolus- und Säureclearance sowie die Steighöhe der Refluxereignisse. Da die Auswertung der Messergebnisse dieser Methode zeitaufwändig und untersucherabhängig ist, hat sie bisher noch keinen Einzug in klinische Routineverfahren erfahren, wird aber an einer wachsenden Zahl von Zentren durchgeführt. Neben der noch anstehenden Validierung der automatisierten Auswertung ist ein wichtiger Schritt zur Etablierung dieser Methode das Finden von Normwerten, die es dem Untersucher möglich machen sollen, die Ergebnisse seiner Patienten als pathologisch oder nicht pathologisch einzustufen.

In dieser Arbeit wurde versucht, solche Normwerte für Kinder unterschiedlicher Altersklassen zu finden. Dazu wurden Messungen von Kindern analysiert, die sich mit Beschwerden, die durch GÖR verursacht werden können, in der gastroenterologischen Sprechstunde der Klinik für Kinder- und Jugendmedizin der Uniklinik der RWTH Aachen vorgestellt hatten, bei denen aber anhand einer Liste von Ein- und Ausschlusskriterien alle Kinder ausgeschlossen wurden, bei denen eine anatomische oder funktionelle Abnormalität des Gastrointestinaltraktes vorlag. Es fanden sich 26 Patienten im beobachteten dreijährigen Untersuchungszeitraum, die alle Kriterien erfüllten.

Diese Patienten wurden in 5 Altersgruppen aufgeteilt: Es fanden sich keine Frühgeborenen (Altersgruppe 1), zwei Neugeborene (Altersgruppe 2), neun Säuglinge (Altersgruppe 3), acht Kleinkinder (Altersgruppe 4) und sieben Schulkinder (Altersgruppe 5). Ihre kombinierten pH-Metrie-Impedanz-Messungen wurden visuell-manuell von zwei Untersuchern unabhängig voneinander untersucht und verglichen, bis ein Konsens gefunden wurde.

Anschließend wurde versucht, das gastroösophageale Refluxmuster dieser Patienten nach medizinisch wichtigen Parametern zu analysieren und zu charakterisieren. Dabei wurden

- die Anzahl von Refluxereignissen pro 24 Stunden und pro einer Stunde,
- der Anteil von Refluxereignissen mit signifikantem Säurereflux,
- die Bolusclearance-Zeit,
- die Säureclearance-Zeit,
- der niedrigste pH-Wert der Refluxereignisse und damit eine Einteilung der Refluxereignisse nach ihrer Azidität in die Kategorien sauer, schwach sauer und nicht sauer und
- die Steighöhe der Refluxereignisse

untersucht.

Aufgrund der geringen Anzahl von eingeschlossenen Patienten an diesem Zentrum konnten aus den gefundenen Daten keine allgemein gültigen Normwerte ermittelt werden. Sie stellen aber eine Charakterisierung des untersuchten Kollektives dar und können als Pilotdaten eine erste Referenz der Zielparameter darstellen:

Tabelle 5.7.1: Altersgruppen 2, 3, 4 und 5 – Mittelwert mit Standardabweichung der Anzahl der GÖR pro 24h und pro h

Altersgruppe	Mittelwert $\pm$ Standardabweichung GÖR/24h	Mittelwert $\pm$ Standardabweichung GÖR/h
2	126 $\pm$ 22,6	5,2 $\pm$ 0,8
3	99,9 $\pm$ 32,8	4,3 $\pm$ 1,4
4	31,1 $\pm$ 9,1	1,3 $\pm$ 0,4
5	43,3 $\pm$ 16,6	1,9 $\pm$ 0,6

Tabelle 5.7.2: Altersgruppen 2, 3, 4 und 5 – Mittelwert des Anteils der Refluxereignisse mit signifikantem Säurereflux an allen Refluxereignissen

Altersgruppe	Mittelwert des Anteils der Refluxereignisse mit signifikantem Säurereflux an allen Refluxereignissen $\pm$ St.-abw.
2	10,7% $\pm$ 1%
3	25% $\pm$ 9,8%
4	40,1% $\pm$ 18,4%
5	50,1% $\pm$ 19,2%

Tabelle 5.7.3: Altersgruppen 2, 3, 4 und 5: Mittelwert des Mittelwertes mit Standardabweichung und Median mit Range der Bolusclearance-Zeit

Altersgruppe	Mittelwert des Mittelwertes der BCT [sec.] $\pm$ St.-abw.	Median des Medianes der BCT [sec.] (Range)
2	16,5 $\pm$ 0,14	12,2 (12,1;12,2)
3	14,9 $\pm$ 2,4	10,5 (8,9;12,6)
4	15,1 $\pm$ 3,6	9,4 (8,2;12,7)
5	20,4 $\pm$ 10,3	13,9 (11,1;19,6)

Tabelle 5.7.4: Altersgruppen 2, 3, 4 und 5: Mittelwert des Mittelwertes mit Standardabweichung und Median mit Range der Säureclearance-Zeit

Altersgruppe	Mittelwert des Mittelwertes der ACT [sec.] $\pm$ St.-abw.	Median des Medianes der ACT [sec.] (Range)
2	140,3 $\pm$ 68,5	92,7 (44,4;141,1)
3	90,2 $\pm$ 61,1	62,8 (21,9;91,7)
4	44,3 $\pm$ 20,8	20 (15,1;51)
5	68,5 $\pm$ 45,9	37 (18,3;77,4)

Tabelle 5.7.5: Altersgruppen 2, 3, 4 und 5: Mittelwert des Mittelwertes mit Standardabweichung des niedrigsten pH der Refluxereignisse

Altersgruppe	Mittelwert des Mittelwertes des niedrigsten pH der GÖR $\pm$ St.-abw.
2	5,5 $\pm$ 0,6
3	4,5 $\pm$ 0,6
4	3,8 $\pm$ 0,9
5	3,6 $\pm$ 0,6

Tabelle 5.7.6: Altersgruppen 2, 3, 4 und 5: Mittelwerte der Häufigkeiten der Refluxereignisse in den einzelnen Säurekategorien

Altersgruppe	Mittelwert der Häufigkeit saurer GÖR während 24h $\pm$ St.-abw.	Mittelwert der Häufigkeit schwach saurer GÖR während 24h $\pm$ St.-abw.	Mittelwert der Häufigkeit nicht saurer GÖR während 24h $\pm$ St.-abw.
2	14,9% $\pm$ 3,1%	68,9% $\pm$ 19,8%	16,2% $\pm$ 22,9%
3	33,9% $\pm$ 13,7%	63,9% $\pm$ 12%	2,2% $\pm$ 5,1%
4	57,6% $\pm$ 20,8%	40,1% $\pm$ 18,6%	2,3% $\pm$ 6,5%
5	65,1% $\pm$ 16,1%	34,9% $\pm$ 16,1%	0% $\pm$ 0%

Tabelle 5.7.7: Altersgruppen 2, 3, 4 und 5: Mittelwerte mit Standardabweichungen der Häufigkeiten der erreichten Steighöhen der Refluxereignisse

Altersgruppe	Mittelwert der Häufigkeit der Steighöhe Kanal 1 während 24 h ± St.-abw.	Mittelwert der Häufigkeit der Steighöhe Kanal 2 während 24h ± St.-abw.	Mittelwert der Häufigkeit der Steighöhe Kanal 3 während 24h ± St.-abw.	Mittelwert der Häufigkeit der Steighöhe Kanal 4 während 24h ± St.-abw.	Mittelwert der Häufigkeit der Steighöhe Kanal 5 während 24h ± St.-abw.
2	86,8% ± 16,1%	3,2% ± 4,5%	2,8% ± 4%	3,2% ± 3,3 %	4% ± 4,3%
3	64,7% ± 20,2%	15,9% ± 8,4%	10% ± 7,1%	7,2% ± 7,7%	2,2% ± 2,9%
4	54,4% ± 14,8%	14,5% ± 11,1%	12,5% ± 5,1%	13,2% ± 7,6%	5,4% ± 5,7%
5	47,2% ± 30,6%	8,8% ± 5,5%	25,2% ± 19,2%	9,4% ± 5,9%	9,4% ± 10,9%

Im Vergleich der Altersgruppen fallen folgende Unterschiede auf:

- Mit zunehmendem Alter sinkt die Anzahl der Refluxereignisse.
- Mit zunehmendem Alter steigt die Anzahl von Refluxereignissen mit signifikantem Säurereflux.
- Die mittlere Bolusclearance-Zeit unterscheidet sich zwischen den Altersgruppen nicht auffallend.
- Die mittlere Säureclearance-Zeit ist bei jüngeren Patienten länger als bei älteren.
- Tritt ein relevanter Säurereflux auf, so dauert die ACT stets länger als die BCT.
- Der mittlere durchschnittliche niedrigste pH der Refluxereignisse sinkt mit zunehmendem Alter vom schwach sauren in den sauren Bereich.
- Bei jüngeren Patienten stellen schwach saure Refluxereignisse den größten Anteil, ab dem Kleinkindalter finden sich mehr saure Refluxereignisse.
- Der Großteil der Refluxereignisse steigt in allen Altersgruppen bis in den oberen Ösophagus. Tendenziell nimmt die maximal erreichte Steighöhe mit zunehmendem Alter des Patienten ab.

Um jenseits dieser Pilotstudie valide Normwerte zu finden, muss eine Untersuchung dieser Art an einem größeren Patientenkollektiv (n = 50 pro Altersgruppe) im Rahmen einer Multi-Center-Studie folgen.

8 Anhang

8.1 Ergebnisse der einzelnen Patienten:

8.1.1 Altersgruppe 2 – Neugeborene:

Patient 15:

GÖR-Event-Nummer	niedrigster pH	Säurekategorie	Steighöhe [Kanäle]	Bolusclearance [sec]	Säureclearance [sec]
1	4,6	wa	1	6,9	
2	4,3	wa	1	14	
3	4,2	wa	1	18,8	
4	4,1	wa	1	3,5	
5	2,6	a	1	27,9	18,8
6	2,4	a	1	11,2	8,7
7	5,9	wa	1	22,1	
8	5,7	wa	1	20,8	
9	5,9	wa	1	14,9	
10	5,9	wa	1	15,6	
11	5,7	wa	1	6,7	
12	4,9	wa	1	14,3	
13	2,2	a	1	19,4	223,2
14	2,3	a	1	18,9	181,9
15	1,5	a	1	20,5	35,3
16	4,8	wa	1	12,5	
17	5,5	wa	1	40	
18	5,5	wa	1	6	
19	2,8	a	1	6,2	
20	5,6	wa	1	8,2	
21	5,9	wa	1	16,7	
22	5,8	wa	1	8	
23	5,7	wa	1	37,7	
24	5,2	wa	1	6,2	
25	5,1	wa	1	15,1	
26	5,8	wa	1	11,4	
27	4,9	wa	1	8,4	
28	4,1	wa	1	47,1	
29	3,7	a	1	26	
30	3,7	a	1	9,2	
31	4	wa	1	11,3	
32	4,1	wa	1	77	
33	3,5	a	1	19,7	36,5
34	6	wa	1	11,5	
35	6	wa	1	7,3	
36	6,1	wa	1	18,2	
37	5,5	wa	1	57,7	
38	5,3	wa	1	30,9	
39	5,4	wa	1	9,8	

40	4,1	wa	1	18,7	
41	3,4	a	1	5,9	176,6
42	5,5	wa	1	10,3	
43	5,7	wa	1	8,8	
44	5,7	wa	1	6,9	
45	5,3	wa	1	10,8	
46	6,1	wa	1	6,4	
47	5,6	wa	1	44,5	
48	5,8	wa	1	18,9	
49	4,9	wa	1	6,5	
50	5	wa	1	12,7	
51	5,7	wa	1	12,4	
52	6	wa	1	12,2	
53	5,7	wa	1	11	
54	5,7	wa	1	6,5	
55	5,1	wa	1	29,4	
56	5,6	wa	1	7,6	
57	5,6	wa	1	11,5	
58	4,9	wa	1	44,6	
59	5,7	wa	1	12,6	
60	6	wa	1	6,5	
61	5,9	wa	1	5,3	
62	4,6	wa	1	11,8	
63	4	wa	1	59,4	
64	3,9	a	1	56,9	
65	3,3	a	1	9,6	124,5
66	2,5	a	1	26,2	50
67	6,2	wa	1	12	
68	4,9	wa	1	14,3	
69	3,8	a	1	13,9	38,7
70	5,3	wa	1	20,8	
71	5,8	wa	1	25,1	
72	5,9	wa	1	4,9	
73	6	wa	1	10	
74	6	wa	1	9,8	
75	6,1	wa	1	8,8	
76	5,5	wa	1	8,3	
77	5,5	wa	1	18,6	
78	5,1	wa	1	14,1	
79	5,2	wa	1	20,9	
80	5,3	wa	1	5,1	
81	4,5	wa	1	11,7	
82	4,8	wa	1	11,1	
83	4,5	wa	1	11,9	
84	4,2	wa	1	18,8	
85	3,6	a	1	11,5	23,7
86	2,2	a	1	14,9	183,3
87	2,6	a	5	13,6	
88	2,9	a	4	14,2	
89	6,2	wa	1	7,4	
90	6,2	wa	1	5	
91	6,4	wa	1	10,4	

92	5,5	wa	1	16	
93	5,9	wa	1	40	
94	5,8	wa	1	8,4	
95	6,3	wa	1	11,1	
96	5,8	wa	1	7,4	
97	6	wa	1	11,4	
98	5,1	wa	1	14,1	
99	5,5	wa	1	30,9	
100	5,3	wa	1	17	
101	5,4	wa	1	14,4	
102	5,3	wa	1	8,6	
103	5,9	wa	1	6	
104	5,2	wa	1	9,7	
105	5,3	wa	1	15,4	

Patient 22:

GÖR-Event- Nummer	niedrigster pH	Säurekategorie	Steighöhe [Kanäle]	Bolusclearance [sec]	Säureclearance [sec]
1	2,6	a	5	12,5	
2	1,6	a	4	12,2	32
3	4,3	wa	5	14,6	
4	0,9	a	1	6,5	168,1
5	0,8	a	5	15,9	13,9
6	0,8	a	5	11,1	6,2
7	7,5	na	1	16,8	
8	6,9	wa	1	21,7	
9	7,1	na	4	10,8	
10	7,1	na	3	8,9	
11	7,3	na	1	11,5	
12	7,1	na	1	34,2	
13	7,6	na	3	26,1	
14	7,1	na	1	22,1	
15	7,2	na	2	19,4	
16	7	wa	1	25,2	
17	7,6	na	1	14,7	
18	7,3	na	1	7,8	
19	6,7	wa	1	13,4	
20	7,2	na	1	10,4	
21	7,4	na	1	21,8	
22	7,8	na	1	12,2	
23	7,3	na	1	7,5	
24	6,6	wa	1	28,4	
25	7,4	na	1	11,1	
26	6,8	wa	1	6,1	
27	6,2	wa	1	127,7	
28	6,5	wa	1	11,1	
29	6,2	wa	3	20	
30	6,1	wa	3	12,4	
31	5,8	wa	1	102,4	
32	5,7	wa	1	61,6	
33	5,9	wa	4	4,7	

34	6	wa	1	27,8	
35	5,6	wa	3	71,8	
36	5,6	wa	3	56,2	
37	5,8	wa	2	18,4	
38	5,3	wa	1	9,9	
39	2,2	a	5	7,2	
40	1,2	a	5	10	17,8
41	1	a	1	14	799,9
42	0,8	a	1	22,7	163
43	7,4	na	1	18,8	
44	7,4	na	2	8,8	
45	7	wa	1	12,7	
46	6,1	wa	1	13,6	
47	6,7	wa	1	8,1	
48	6,3	wa	1	10,5	
49	5,3	wa	2	4,9	
50	5,5	wa	5	2,6	
51	2,6	a	5	4,8	24
52	5,3	wa	5	5,7	
53	1,3	a	5	12,7	
54	7	wa	1	12,2	
55	7,5	na	1	9,9	
56	7,3	na	1	7	
57	7,4	na	1	6,5	
58	7,4	na	1	5,8	
59	7,7	na	1	6	
60	7,2	na	1	14	
61	7,4	na	1	8,2	
62	7,6	na	1	12,5	
63	7,3	na	4	8,8	
64	7	wa	1	15,1	
65	7	wa	1	7,4	
66	7	wa	1	11,5	
67	7,2	na	1	9,4	
68	7,2	na	1	21,1	
69	6,6	wa	1	46,2	
70	6,8	wa	1	14,5	
71	7	na	1	15,4	
72	6,7	wa	1	19,2	
73	6,6	wa	1	23	
74	6	wa	4	6,2	
75	5,5	wa	1	14,2	
76	5,6	wa	2	28,9	
77	5,7	wa	1	13,2	
78	5,5	wa	4	5,3	
79	4,3	wa	1	7,7	
80	3,9	a	1	18,1	
81	3	a	1	37,6	119,2
82	2,9	a	3	9,3	471,5
83	2,3	a	2	8,8	314,9
84	4,4	wa	1	19,2	
85	1,6	a	4	9,9	15,6

86	5	wa	1	12,8	
87	4,7	wa	1	11,3	
88	7,8	na	2	9,2	
89	7,5	na	1	20,8	
90	7,4	na	1	3	
91	7,5	na	1	16,2	
92	7,1	na	1	33	
93	7,5	na	1	12,7	
94	4,4	wa	1	8,5	
95	6,3	wa	1	12,1	
96	6,9	wa	1	11,7	
97	7	wa	2	12,9	
98	7,1	na	1	10,8	
99	6,4	wa	1	9,8	
100	6,2	wa	1	14,5	
101	6,2	wa	1	70	
102	6,7	wa	1	6,7	
103	6,2	wa	1	7,1	
104	5,8	wa	1	17,2	
105	6,2	wa	1	6,7	
106	5,8	wa	1	9,6	
107	5,6	wa	1	5,5	
108	5,1	wa	1	29,9	
109	5,1	wa	1	11,6	
110	5,2	wa	1	10,1	
111	5,2	wa	1	5,7	
112	2,9	a	1	14,6	208,3
113	1,6	a	4	8,6	287,2
114	7,7	na	1	8	
115	7,3	na	2	33,7	
116	7,1	na	1	11,2	
117	7,1	na	1	11,7	
118	7,2	na	1	11,6	
119	7	na	1	41,9	
120	7,8	na	1	13,5	
121	7,4	na	3	5	
122	7,1	na	1	9,8	
123	7,5	na	1	13,8	
124	6,6	wa	1	12,9	
125	6	wa	1	12,4	
126	6,5	wa	1	6,3	
127	6,4	wa	1	34,7	
128	7	wa	1	9,9	
129	6,8	wa	1	12,6	
130	6,8	wa	1	12,4	
131	6,8	wa	1	7	
132	6,3	wa	1	15	
133	6,5	wa	1	9,7	
134	6,6	wa	1	15,1	
135	5,8	wa	1	5,6	
136	6,5	wa	1	14,9	
137	5,7	wa	1	10,7	

138	6,1	wa	1	8,2	
139	6	wa	1	12,1	
140	5,2	wa	1	9,5	
141	5,1	wa	1	10,6	
142	5,1	wa	1	10,1	

8.1.2 Altersgruppe 3 – Säuglinge:

Patient 1:

GÖR-Event- Nummer	niedrigster pH	Säurekategorie	Steighöhe [Kanäle]	Bolusclearance [sec]	Säureclearance [sec]
1	6,3	wa	1	30,9	
2	3	a	1	17,4	15,8
3	6,1	wa	1	7,6	
4	4,6	wa	1	41,1	
5	3	a	1	7,4	9
6	3	a	1	7,3	11,9
7	3,8	a	1	15,6	23,6
8	3,1	a	1	16,6	25,6
9	4,4	wa	1	27	
10	2,5	a	1	16,8	34,3
11	5,5	wa	2	9,1	
12	2,6	a	1	5,9	
13	4,5	wa	1	8,3	
14	4,8	wa	1	10,6	
15	4,1	wa	1	8,2	
16	5,1	wa	3	8,4	
17	6,1	wa	1	13,7	
18	3,9	a	1	10,6	
19	3,8	a	1	9,1	
20	3,7	a	1	52,8	15,5
21	4,1	wa	1	21,8	
22	3,7	a	1	7,1	
23	3,3	a	1	7,1	24,4
24	3,2	a	1	10,6	17,4
25	2,5	a	1	4,8	48,6
26	2,5	a	1	1,1	43,1
27	4,5	wa	1	13	
28	4	wa	1	11,2	
29	3,7	a	1	9,8	
30	4,9	wa	1	11,9	
31	4,5	wa	1	12,6	
32	4,5	wa	1	13,5	
33	4,6	wa	2	16,3	
34	4,4	wa	1	17,7	
35	4,4	wa	1	28,8	
36	4,1	wa	2	16	
37	2,7	a	4	4,8	12,4

38	2,3	a	1	10,4	36
39	2,3	a	1	23,3	32,9
40	1,9	a	1	3,8	15
41	2,1	a	1	21,5	26,1
42	3,5	a	1	23,3	
43	5,6	wa	1	8,5	
44	4	wa	1	6,6	
45	2,8	a	1	9,8	10,1
46	0,4	a	1	80,8	12,4
47	4,3	wa	2	4,9	
48	4,8	wa	2	15	
49	3,5	a	2	17,1	
50	1,5	a	1	10,5	21,9
51	3,7	a	1	5,3	
52	4,2	wa	1	3,7	
53	4,2	wa	1	16,2	
54	5,1	wa	1	6,5	
55	5,7	wa	2	5,5	
56	4,9	wa	2	5,6	
57	5,2	wa	1	4,5	
58	5,7	wa	2	0,7	
59	5,7	wa	1	1	
60	5,6	wa	2	2,2	
61	5,6	wa	2	6,8	
62	5,9	wa	1	12	
63	5,9	wa	1	6,8	
64	5,9	wa	1	15,1	
65	5,9	wa	2	23,5	
66	5,9	wa	2	4,1	
67	5,5	wa	2	6,6	
68	5,4	wa	1	8,1	
69	5,6	wa	1	2,1	
70	5,4	wa	1	4,1	
71	4,5	wa	1	7,1	
72	4,7	wa	2	4,5	
73	4,4	wa	1	8,1	
74	3,7	a	1	7,5	
75	4,4	wa	1	2,6	
76	5,3	wa	2	9,3	
77	4,5	wa	2	8,5	

Patient 3:

GÖR-Event-Nummer	niedrigster pH	Säurekategorie	Steighöhe [Kanäle]	Bolusclearance [sec]	Säureclearance [sec]
1	6,6	wa	1	3,1	
2	6,1	wa	1	16	
3	6	wa	1	6,8	
4	4,9	wa	2	17,6	
5	3,9	a	1	9,7	
6	3,4	a	1	7,3	7
7	3,2	a	1	12,6	13,6

8	6	wa	1	10,1	
9	5	wa	1	6	
10	6	wa	1	2,8	
11	5,6	wa	3	17,2	
12	4,2	wa	1	23,8	
13	3,9	a	1	16	
14	3,9	a	1	14,5	
15	2,5	a	1	2,9	111,4
16	2	a	1	10	73,4
17	6	wa	1	9	
18	5,6	wa	1	7,4	
19	3,7	a	1	10,9	
20	5,3	wa	3	6,3	
21	5,7	wa	1	5,3	
22	5,3	wa	2	9,6	
23	3	a	1	9	
24	4,1	wa	1	34,9	
25	4,4	wa	1	3,5	
26	2,1	a	4	3,9	149,2
27	1,5	a	1	12,7	71,6
28	1,5	a	1	111,7	128,7
29	6,4	wa	1	9,5	
30	5,9	wa	1	15,5	
31	6	wa	1	24,1	
32	5,6	wa	1	8,6	
33	5,6	wa	1	15,6	
34	6,1	wa	1	7,9	
35	6	wa	1	9,6	
36	5,6	wa	1	6,9	
37	5,1	wa	1	12,2	
38	5	wa	1	9,6	
39	4,9	wa	1	7,9	
40	4,5	wa	1	11,5	
41	4,6	wa	1	12,3	
42	4,1	wa	1	10,9	
43	2,3	a	1	9	201,1
44	1,7	a	1	7,5	9,4
45	1,7	a	1	16,1	15,2
46	3,6	a	2	38	
47	2	a	1	77,3	130,1
48	4,2	wa	2	12,2	
49	6,1	wa	2	9,4	
50	6,1	wa	1	14,2	
51	5,9	wa	1	12,4	
52	4,7	wa	1	13,3	
53	5,2	wa	1	6,6	
54	5,7	wa	1	43,3	
55	5,1	wa	1	11,6	
56	5,1	wa	1	7,8	
57	4,9	wa	1	10,2	
58	4,7	wa	3	13,5	
59	4,5	wa	1	9,8	

60	4,4	wa	1	10,7	
61	4,4	wa	3	24,5	
62	4,2	wa	1	10,6	
63	3,9	a	1	7,1	
64	3,8	a	1	5,3	
65	2,6	a	1	72,4	72,4
66	1,6	a	1	8,3	37,2
67	2,8	a	1	15,3	13,1
68	2,6	a	2	43,1	92,7
69	2,2	a	3	15,1	97,1
70	2,5	a	4	20	14,8
71	5,1	wa	1	5,2	
72	1,8	a	5	9,2	11,6
73	6,2	wa	2	10,3	
74	6	wa	1	9,9	
75	5,7	wa	1	4,8	
76	5,6	wa	2	6	
77	6	wa	1	6	
78	6	wa	1	12,6	
79	6,4	wa	2	13,9	
80	6,1	wa	1	11,3	
81	5,9	wa	1	9,8	
82	5,8	wa	1	7,6	
83	5,5	wa	1	7,1	
84	5,5	wa	2	5,2	
85	4,4	wa	1	19,1	
86	4,4	wa	3	10,3	
87	4,1	wa	2	7,1	
88	4,2	wa	1	8	
89	4,4	wa	2	16,3	
90	4,2	wa	1	19,3	
91	4,2	wa	1	6,3	
92	4	wa	1	8,7	
93	3,4	a	1	12	
94	6,5	wa	4	7,7	

Patient 4:

GÖR-Event-Nummer	niedrigster pH	Säurekategorie	Steighöhe [Kanäle]	Bolusclearance [sec]	Säureclearance [sec]
1	6,6	wa	1	10,1	
2	6	wa	1	2,8	
3	4,7	wa	1	6,1	
4	4,7	wa	1	264,7	
5	5	wa	1	20,6	
6	5,6	wa	1	25,6	
7	5,8	wa	1	28,7	
8	6	wa	1	4	
9	6,3	wa	1	13,9	
10	6,4	wa	1	7,5	
11	4,3	wa	1	2,1	
12	5,6	wa	1	31,3	

13	5,6	wa	1	8,4	
14	5,7	wa	1	14,4	
15	3,7	a	1	6,9	
16	4,4	wa	1	10,1	
17	5,4	wa	1	43,8	
18	5,5	wa	1	23,1	
19	4,7	wa	1	8,5	
20	4,9	wa	1	12,3	
21	5,8	wa	1	39,3	
22	5,9	wa	1	15,6	
23	3,5	a	1	18,1	12,6
24	4,1	wa	1	7	
25	4,1	wa	1	4,6	
26	6,1	wa	2	31,8	
27	6,1	wa	2	6,6	
28	2,5	a	2	2,4	23,9
29	5,3	wa	2	4	
30	4,1	wa	2	3,5	
31	4,4	wa	2	3,3	
32	2	a	2	5	4,9
33	3,3	a	2	4,7	37,5
34	2,4	a	2	14,8	39,4
35	2,8	a	2	14	65,2
36	2,7	a	2	10,4	71,7
37	2,6	a	3	6,2	142,7
38	3,1	a	3	20,5	17,6
39	5,1	wa	3	29,2	
40	5,9	wa	3	44,5	
41	5,3	wa	3	16,4	
42	5,5	wa	3	11	
43	5,5	wa	3	10,3	
44	5,5	wa	3	36,3	
45	5,9	wa	3	18,3	
46	6,5	wa	3	16,6	
47	2	a	3	4,8	96,6
48	6	wa	3	10,4	
49	2	a	3	10,7	16,9
50	5,7	wa	3	34,9	
51	2,9	a	3	6,5	33,6
52	5,6	wa	3	32	
53	2,5	a	3	5	46,1
54	5	wa	3	27,5	
55	6,1	wa	4	1	
56	4,2	wa	4	3,9	29,2
57	5,6	wa	4	15,1	
58	4,3	wa	4	23,9	
59	2,6	a	4	6,4	60,5
60	5,8	wa	4	49,1	
61	5,3	wa	4	5,9	
62	5,3	wa	4	15,4	
63	5,5	wa	4	47,8	
64	5,4	wa	4	18,6	

65	4,8	wa	4	10,4	
66	4,8	wa	4	8,3	
67	4,7	wa	4	13,4	
68	4,6	wa	4	3,1	
69	4,3	wa	4	6,8	
70	4,2	wa	4	9,4	
71	5,7	wa	4	11,1	
72	6,4	wa	4	14,1	
73	3,7	a	4	8,7	
74	5,8	wa	4	6,3	
75	4,9	wa	5	6,1	
76	6	wa	5	4,9	
77	5	wa	5	3,8	

Patient 7:

GÖR-Event-Nummer	niedrigster pH	Säurekategorie	Steighöhe [Kanäle]	Bolusclearance [sec]	Säureclearance [sec]
1	2,8	a	1	5,5	35,8
2	4,3	wa	5	7,3	
3	4,9	wa	1	5,9	
4	4,2	wa	1	16	
5	4,4	wa	4	24	
6	3,9	a	2	32,5	
7	4,4	wa	1	52,2	
8	3,4	a	2	14,3	
9	4	wa	2	13,8	
10	3,2	a	2	9,8	35,9
11	3,2	a	1	11,1	47,3
12	3,5	a	2	13,3	64,3
13	3,3	a	1	7,2	7,3
14	4	wa	1	5,8	
15	3,6	a	4	12,1	
16	4,1	wa	2	25	
17	3,7	a	2	5,7	
18	4	wa	5	131	
19	3,9	a	5	6,4	
20	2,9	a	1	14	71,9
21	2,7	a	1	12,6	85,7
22	3,4	a	2	19	65,7
23	3,6	a	2	7,4	12,4
24	2,7	a	3	5,8	86,3
25	3,4	a	2	2,8	107,6
26	2,7	a	2	30,8	89,8
27	4,6	wa	4	25,6	
28	3,7	a	3	6,9	17
29	3,7	a	3	9,6	41,5
30	3	a	1	25,4	64,7
31	4,6	wa	2	18	
32	4,6	wa	2	8,9	
33	4,4	wa	3	18,2	
34	4,4	wa	3	6,4	

35	4,3	wa	2	8	
36	4,4	wa	1	4,7	
37	4,3	wa	2	8,9	
38	4,2	wa	1	5,8	
39	4,1	wa	1	6,1	
40	4,5	wa	3	5,9	
41	4,6	wa	3	23,8	
42	3,9	a	2	8,5	
43	3,9	a	2	34,2	
44	4	wa	5	14,5	
45	3	a	5	6,6	93,3
46	3,1	a	4	15,1	81,9
47	4,2	wa	4	14,2	
48	4	wa	2	17,8	
49	3,2	a	1	20	
50	4,7	wa	2	5,9	
51	4,4	wa	1	30,7	
52	4,1	wa	1	22,8	
53	3,2	a	1	23,1	30,9
54	2,7	a	1	2	61,2
55	2,9	a	3	17,2	44,9

Patient 13:

GÖR-Event- Nummer	niedrigster pH	Säurekategorie	Steighöhe [Kanäle]	Bolusclearance [sec]	Säureclearance [sec]
1	1,1	a	1	32,6	74,2
2	5,9	wa	3	14,5	
3	5,9	wa	3	12,8	
4	4,6	wa	1	9,3	
5	3,6	a	1	20,3	
6	4,8	wa	3	17,2	
7	4,2	wa	1	12,6	
8	5,5	wa	1	6	
9	5,6	wa	1	19,7	
10	5	wa	1	14,3	
11	5,3	wa	1	8,2	
12	5,5	wa	1	11,4	
13	5,1	wa	1	51,5	
14	5,3	wa	1	13,2	
15	2,5	a	1	11,4	43,5
16	4,3	wa	1	15,9	
17	3,2	a	1	10,9	18,1
18	3,8	a	1	7,9	
19	3,7	a	1	18,6	17
20	3	a	1	11	64,7
21	3	a	2	7,6	37,1
22	2,1	a	1	3,5	
23	5,4	wa	1	6,6	
24	5,6	wa	1	4,7	
25	3,8	a	1	12,8	
26	1,2	a	1	13,3	218,6

27	1,8	a	1	28,6	56,8
28	5,8	wa	1	14,4	
29	5,5	wa	1	35,4	
30	5,3	wa	1	20,9	
31	4,2	wa	2	8,8	
32	4,7	wa	1	12,6	
33	4	wa	1	17,5	
34	2,7	a	1	8,6	63
35	3,2	a	2	71,6	85
36	1,3	a	1	5,3	1380
37	1	a	4	5,1	979,8
38	4,5	wa	4	89	
39	5,9	wa	1	9,3	
40	6,2	wa	1	2	
41	6,1	wa	1	6,9	
42	5,5	wa	1	3,6	
43	6,2	wa	1	9	
44	5,8	wa	3	15,7	
45	5,7	wa	1	6,5	
46	5,7	wa	1	6,5	
47	5,5	wa	4	5,3	
48	5,7	wa	1	12,2	
49	5,3	wa	4	11,9	
50	5,1	wa	1	6,1	
51	5,5	wa	1	6	
52	4,9	wa	2	19,1	
53	4,4	wa	1	25,3	
54	4,3	wa	1	12,9	
55	4,4	wa	2	10	
56	2,8	a	1	9,8	18,1
57	2,7	a	1	16	22,3
58	2,9	a	1	6,6	141,2
59	3	a	3	3,9	139,6
60	1,8	a	1	3,8	82,5
61	1,8	a	1	12,2	119
62	4,7	wa	2	5,1	
63	6,1	wa	1	7,7	
64	6	wa	1	12,5	
65	6,1	wa	5	5,4	
66	6,3	wa	2	10,6	
67	5,7	wa	2	13,4	
68	5,8	wa	1	20,5	
69	4,5	wa	2	23,5	
70	5,5	wa	1	11,5	
71	6	wa	1	6,4	
72	5,5	wa	2	18	
73	5,5	wa	1	17,6	
74	5,4	wa	1	4,8	
75	5,2	wa	1	5,8	
76	5,2	wa	3	25,2	
77	5,2	wa	1	38,7	
78	4,5	wa	1	7,8	

79	4,4	wa	1	11,5	
80	4,2	wa	1	17,4	
81	4	wa	1	11,2	
82	4	wa	1	28,9	
83	4,3	wa	1	41,6	
84	4,4	wa	1	13,1	
85	6,1	wa	1	4,1	
86	6	wa	1	2,5	
87	6	wa	2	9	
88	6	wa	2	6,5	
89	5,9	wa	1	3,3	
90	5,8	wa	1	10,9	
91	5,8	wa	1	6,9	
92	6,1	wa	1	16,8	
93	5,9	wa	1	13,8	
94	5,6	wa	1	18	
95	5,3	wa	1	17,3	
96	5,8	wa	1	12,2	
97	5,9	wa	1	29,4	
98	5,8	wa	1	29,4	
99	5,6	wa	1	23	
100	4,7	wa	1	7,4	
101	5,1	wa	1	12,4	
102	5,1	wa	2	7,2	
103	5,6	wa	4	3,1	
104	5,2	wa	1	28,5	
105	5	wa	1	6,3	
106	4,5	wa	1	3,5	
107	5	wa	1	7,4	
108	4,2	wa	4	3,8	
109	4,3	wa	2	6,8	
110	4	wa	1	13	
111	3,6	a	1	7,2	
112	3,5	a	1	19,1	18,8
113	3,2	a	1	11,5	20,2
114	3,1	a	1	4,8	82,1
115	3,3	a	3	15,8	66,7
116	2,9	a	1	13,5	63
117	2,8	a	1	8,7	45,9
118	2,1	a	1	16,4	119,9
119	6,1	wa	1	15,1	
120	6,2	wa	1	2,5	
121	5,7	wa	1	19,7	
122	6	wa	1	8	
123	5,5	wa	1	16,9	
124	5,9	wa	1	11,8	
125	5,6	wa	1	15	
126	5,3	wa	1	31,3	
127	5,4	wa	1	4,8	

Patient 19:

GÖR-Event-Nummer	niedrigster pH	Säurekategorie	Steighöhe [Kanäle]	Bolusclearance [sec]	Säureclearance [sec]
1	7,2	na	3	47,5	
2	7,5	na	1	14,5	
3	7,4	na	3	17,8	
4	7,3	na	1	62,4	
5	5,4	wa	4	17,1	
6	5,9	wa	2	21,9	
7	5,9	wa	4	94,1	
8	6,4	wa	1	6,5	
9	6,2	wa	1	9	
10	6,2	wa	4	6,4	
11	6,5	wa	1	27,5	
12	7	wa	3	24,5	
13	5,7	wa	1	4,5	
14	6,9	wa	1	31,7	
15	7	wa	2	8,1	
16	6,9	wa	3	11,1	
17	6,8	wa	3	16,9	
18	6,9	wa	2	5,8	
19	6	wa	1	12,3	
20	5,1	wa	1	6,9	
21	4,7	wa	1	34,3	
22	4,5	wa	2	8,7	
23	3,8	a	2	10,6	
24	1,9	a	1	11,8	54,2
25	1,7	a	1	8,9	36
26	8	na	1	2,4	
27	7,7	na	1	4,7	
28	7,7	na	1	3,8	
29	2,7	a	1	123,7	108,8
30	1,7	a	1	5	16
31	5,5	wa	1	4,8	
32	1,8	a	2	3,9	196,6
33	1,8	a	5	2,8	124,3
34	1,6	a	1	119,9	254
35	1,6	a	5	6,5	74,5
36	2	a	3	3,4	1287
37	2	a	4	8,5	
38	3,2	a	4	15,3	21,8
39	6,9	wa	1	21,8	
40	7,1	na	1	18,3	
41	7,1	na	2	6,4	
42	6,6	wa	1	3,9	
43	6,7	wa	3	15,5	
44	6,6	wa	1	9,6	
45	6,6	wa	3	5,2	
46	6,5	wa	1	26,6	
47	6	wa	1	7,3	
48	7	wa	3	5,4	
49	6,5	wa	3	9,5	

50	7,1	na	1	2	
51	4,6	wa	1	13,3	
52	5,2	wa	1	21,7	
53	5,8	wa	4	8,6	
54	6,5	wa	4	8	
55	6,8	wa	3	2,8	
56	6,4	wa	1	12,6	
57	6,6	wa	2	5,7	
58	6,6	wa	1	13,6	
59	6,6	wa	1	28,9	
60	6,8	wa	1	17,1	
61	7,1	na	1	13,5	
62	6,7	wa	1	15,1	
63	6,5	wa	1	24	
64	6,3	wa	1	10,6	
65	6,2	wa	1	12,6	
66	6,2	wa	1	12,9	
67	5,9	wa	1	12,1	
68	6,3	wa	4	9,4	
69	5,7	wa	2	5,5	
70	5,9	wa	1	46,9	
71	5,9	wa	1	9,5	
72	5,8	wa	1	14,7	
73	6,6	wa	2	4,7	

Patient 23:

GÖR-Event-Nummer	niedrigster pH	Säurekategorie	Steighöhe [Kanäle]	Bolusclearance [sec]	Säureclearance [sec]
1	1,3	a	1	14,7	10,6
2	1,8	a	1	12,3	12,1
3	1,1	a	1	13	21,2
4	3,6	a	3	7,9	6,4
5	3,2	a	1	31,4	31,4
6	2,2	a	1	6,7	19,6
7	1,5	a	1	14,6	18,7
8	1,9	a	2	31,6	49,5
9	1,8	a	1	10,2	114,4
10	2	a	1	10,9	55
11	2	a	1	9,3	56,7
12	2,2	a	1	10,4	92,5
13	3,5	a	1	11,2	20,5
14	3,5	a	1	26,2	37,1
15	3,5	a	1	12,1	
16	3	a	1	7,1	100,7
17	2,4	a	1	6,3	26,7
18	1,9	a	1	10,8	51,6
19	1,9	a	1	8,3	191,3
20	2,2	a	1	29,5	180,3
21	2,3	a	1	29,6	152,9
22	1,7	a	1	19,8	96,1
23	5,6	wa	1	8,7	

24	5,5	wa	1	7,2	
25	5,9	wa	1	10,5	
26	5,6	wa	1	35	
27	5,4	wa	1	14,1	
28	4,6	wa	1	20,4	
29	4,1	wa	1	7,9	
30	4,1	wa	1	14,7	
31	4,1	wa	4	3	
32	3,5	a	1	8,5	
33	3	a	1	12,8	19,4
34	2,9	a	1	18,6	91,5
35	3,8	a	1	33	
36	4,7	wa	1	7,9	
37	4,8	wa	1	7,3	
38	4,9	wa	1	10,5	
39	2,6	a	1	10	10,5
40	4,8	wa	1	7	
41	4	wa	1	18,9	
42	4,2	wa	1	10,4	
43	4	wa	3	1,7	
44	2,9	a	1	10,1	141,3
45	2,9	a	1	6,8	125,3
46	3,6	a	2	11,3	
47	4	wa	1	9,9	
48	3,3	a	1	12,5	
49	4	wa	1	9,2	
50	3,6	a	1	7	
51	3,4	a	1	10,2	22,1
52	3,8	a	1	9,7	14
53	3,5	a	1	10,7	18,7
54	3,6	a	1	6,7	
55	6	wa	2	19,2	
56	1,8	a	4	5,5	13,7
57	5,8	wa	1	7	
58	5,3	wa	1	7,8	
59	5,2	wa	1	36,9	
60	5,6	wa	1	7	
61	5,4	wa	1	9,9	
62	5,4	wa	1	7,9	
63	5,5	wa	1	5,8	
64	5,7	wa	1	7,6	
65	5,8	wa	1	7,6	
66	1,7	a	1	10,9	10,3
67	5,5	wa	1	8	
68	5,6	wa	1	7,1	
69	4,9	wa	1	7,3	
70	4,9	wa	3	14,8	
71	3,9	a	1	24,3	
72	3,1	a	1	10,6	
73	4,3	wa	1	12,4	
74	3,6	a	1	13,8	
75	4	wa	1	10,5	

76	2,8	a	1	10,8	15,5
77	2,9	a	1	6,1	66,4
78	3,7	a	1	5,7	14,4
79	3,1	a	2	15,8	20,1
80	5,8	wa	1	1,8	
81	4,3	wa	1	7	
82	5,1	wa	1	11,5	
83	3	a	1	3,1	56,9
84	2,3	a	1	10,2	64
85	2,4	a	1	11,9	53,3
86	1,7	a	1	16,5	89,6
87	2,4	a	1	9,3	105,3
88	1,9	a	1	18,1	67
89	1,4	a	1	27,7	103,7
90	1,4	a	1	26,6	77,3
91	1,7	a	1	11,9	50,2
92	1,4	a	1	10,4	72,9
93	5,3	wa	1	13,1	
94	4,7	wa	1	17,6	
95	4,7	wa	4	6	
96	4,1	wa	1	12,5	
97	4,3	wa	1	7,8	
98	4,1	wa	1	7,1	
99	4,1	wa	1	14,4	
100	3,7	a	1	4,3	
101	3,7	a	1	13,8	
102	3,2	a	1	10,7	62,4

Patient 25:

GÖR-Event-Nummer	niedrigster pH	Säurekategorie	Steighöhe [Kanäle]	Bolusclearance [sec]	Säureclearance [sec]
1	6,9	wa	3	25,1	
2	6,3	wa	1	15,5	
3	4,1	wa	1	8,5	
4	5,8	wa	3	57,4	
5	5,9	wa	4	5	
6	6,7	wa	2	9,4	
7	2,4	a	1	7,8	387,2
8	2,2	a	1	15,3	216,6
9	2,5	a	1	10,4	121,7
10	2,9	a	1	45	2,3
11	2,4	a	1	15,5	26,2
12	6,2	wa	1	6,4	
13	2,7	a	2	16,6	
14	6,6	wa	3	14,2	
15	1,9	a	1	5,7	61,2
16	2,6	a	1	7,8	
17	6,3	wa	1	15,6	
18	6,1	wa	4	3,3	
19	6,2	wa	4	7,6	
20	6,4	wa	2	6,4	

21	6,9	wa	1	5,8	
22	6,2	wa	1	95,3	
23	3,7	a	2	15,3	
24	2,3	a	1	7,8	
25	4,8	wa	1	6,5	
26	4,3	wa	1	12,5	
27	2,1	a	1	10,5	6,5
28	3,6	a	1	16,7	
29	4,7	wa	4	2,1	
30	3	a	1	7,5	10,5
31	3,8	a	1	9,9	
32	3,5	a	1	42	27
33	3,2	a	1	26,2	33,5
34	3,9	a	1	8	
35	3,8	a	1	7	
36	4,1	wa	5	1,5	
37	3,5	a	1	50,7	56,8
38	3,5	a	1	17,3	42,4
39	3,5	a	2	21,6	
40	5,6	wa	2	10,9	
41	2,8	a	1	4,3	
42	2,6	a	1	25,4	101,8
43	5,9	wa	3	20	
44	2,2	a	1	6,1	33,9
45	5,9	wa	2	73,5	
46	1,7	a	1	9,2	91,3
47	2	a	1	11,3	88,2
48	1,4	a	1	17,7	167,3
49	2,3	a	1	9,2	
50	5,2	wa	2	8,5	
51	5,6	wa	1	7,5	
52	5,9	wa	1	6	
53	5,1	wa	1	13,8	
54	5,6	wa	2	17,4	
55	5,4	wa	1	8,2	
56	4,4	wa	1	12,9	
57	4,9	wa	1	16,7	
58	4,7	wa	1	6,4	
59	4,3	wa	2	6,3	
60	5,8	wa	2	10	
61	4,2	wa	1	14,1	
62	4,6	wa	2	9,9	
63	4,5	wa	2	9,1	
64	3,3	a	1	7,3	
65	4,4	wa	3	25,2	
66	3,3	a	1	17,6	47,6
67	3,4	a	1	6,2	21,2
68	3	a	1	25,9	59
69	5	wa	3	11,9	
70	4,2	wa	1	4,2	
71	3,6	a	1	13,7	
72	3,6	a	1	12,7	

73	3,5	a	1	16,8	
74	3,4	a	1	8,5	7,7
75	3,3	a	1	11,3	
76	3,9	a	3	15,1	
77	3,6	a	1	7,1	0,1
78	3,3	a	3	39,6	
79	1,7	a	2	38,7	185,7
80	2,7	a	1	9,6	399,2
81	3,3	a	1	11,5	376,7
82	2,9	a	1	8,5	153,2
83	2,9	a	1	9,6	264,2
84	2,9	a	2	59,5	140,6
85	4,8	wa	2	22,8	
86	5,8	wa	2	45,9	
87	1,2	a	4	10,5	109
88	3,4	a	3	12,4	
89	6,1	wa	3	19	
90	1,8	a	1	39,2	
91	5,9	wa	1	25,4	
92	4,3	wa	1	5,8	
93	2	a	3	3,3	8,6
94	3	a	1	11,5	13,8
95	0,7	a	3	7	138,5
96	1,4	a	3	21,8	
97	3,5	a	3	8,4	
98	6,5	wa	1	10,6	
99	6,8	wa	1	3,3	
100	6,2	wa	3	32,8	
101	6,1	wa	1	15,6	
102	6,4	wa	1	5	
103	6,3	wa	1	19,1	
104	6,8	wa	2	7,2	
105	6,5	wa	1	8,7	
106	6,6	wa	3	10,6	
107	6,1	wa	1	5,3	
108	6,1	wa	1	9,1	
109	6,1	wa	1	6,9	
110	5,5	wa	3	16,1	
111	5,2	wa	2	28,6	
112	5,3	wa	1	6,9	
113	5,2	wa	1	7,5	
114	4,9	wa	1	38,9	
115	5,5	wa	3	7,5	
116	4,9	wa	1	3,4	
117	4,9	wa	1	12,6	
118	3,6	a	3	65,9	
119	3,3	a	1	19,8	
120	4,2	wa	1	7,9	
121	4,1	wa	1	9,6	
122	4,3	wa	1	8,1	
123	3,7	a	1	7,1	
124	3,9	a	2	91,5	

125	2,6	a	1	14,2	96,9
126	2,1	a	1	8,3	69,3
127	5,3	wa	2	24,1	
128	3,7	a	1	33,2	19,3
129	2,9	a	1	7,4	13,8
130	2,8	a	1	16,7	0,2
131	4	wa	1	20,8	
132	4,3	wa	1	12,1	
133	4,5	wa	4	12,2	
134	4	wa	3	9,6	
135	4,3	wa	1	8,3	
136	4,1	wa	1	18,2	
137	4	wa	1	7,3	
138	4,9	wa	2	67,9	
139	2,3	a	1	14,1	114,8
140	4,9	wa	4	9,6	
141	6,4	wa	2	20,1	
142	6,2	wa	1	8,7	
143	6,1	wa	1	4,6	
144	4,5	wa	1	94,6	
145	4,7	wa	1	14,6	
146	4,5	wa	2	37,4	
147	4,4	wa	1	10,8	
148	4,4	wa	1	16,2	
149	4,4	wa	1	21,8	
150	4,4	wa	1	14	
151	6,2	wa	1	22,2	
152	4,5	wa	1	23,8	
153	5,6	wa	2	12,9	
154	4,1	wa	1	10,4	21,5

Patient 26:

GÖR-Event-Nummer	niedrigster pH	Säurekategorie	Steighöhe [Kanäle]	Bolusclearance [sec]	Säureclearance [sec]
1	2,3	a	1	12	9,8
2	3,1	a	1	16,4	
3	2,6	a	3	15,2	164,4
4	6,3	wa	1	10,3	
5	4,9	wa	1	15,3	
6	4,2	wa	3	10,9	
7	3,7	a	1	21,7	
8	2,8	a	2	2,3	14,2
9	2,9	a	1	8,7	
10	2,7	a	2	9,2	30,5
11	2,6	a	1	6,2	7,5
12	2,3	a	1	12	120,4
13	2,3	a	1	6,2	90,4
14	6,4	wa	3	73,1	
15	2,2	a	1	26,1	224,1
16	5,9	wa	3	2,8	
17	3,7	a	1	12,5	

18	3,4	a	1	17,3	
19	4,1	wa	1	16,1	
20	3,9	a	1	10,9	
21	4,1	wa	2	5,7	
22	4,8	wa	1	5,1	
23	3,6	a	1	16,6	
24	3,6	a	1	9,2	
25	6,4	wa	1	14,1	
26	6,3	wa	1	3,9	
27	7,3	na	1	14,7	
28	6,9	wa	1	17,9	
29	4,4	wa	1	7,7	
30	4,6	wa	1	8	
31	5	wa	1	5	
32	4,8	wa	1	9,8	
33	5	wa	2	4,7	
34	4,5	wa	1	7,5	
35	4,7	wa	1	16,3	
36	4,6	wa	1	2,9	
37	4	wa	1	7,3	
38	2,6	a	1	9,4	78,3
39	4,8	wa	1	12,3	
40	6	wa	5	28,2	
41	7,1	na	1	14,3	
42	2,4	a	1	27,6	60,5
43	3,2	a	1	5,9	
44	2,5	a	1	11,8	71,1
45	2,7	a	1	6,5	252,8
46	2,6	a	1	9,2	151,6
47	2,5	a	1	7,6	43,8
48	2,5	a	1	13,7	39,9
49	2,6	a	1	11,9	78,4
50	2,8	a	1	6,3	82,6
51	2,8	a	1	7,5	101,7
52	2,2	a	1	10	46,8
53	3,1	a	1	2,3	21,8
54	2,7	a	1	19,3	35,9
55	3,7	a	1	2,5	
56	2,7	a	2	9,1	17,2
57	2,6	a	2	6,6	57,7
58	4,3	wa	1	14,2	
59	4,2	wa	1	8,6	
60	4,6	wa	2	3,3	
61	4,7	wa	1	15,1	
62	5	wa	1	18,5	
63	4,2	wa	1	8,7	
64	7,4	na	1	19,4	
65	6,2	wa	1	12,9	
66	4,8	wa	2	5,9	
67	4,5	wa	1	4,3	
68	5,3	wa	2	1,4	
69	4,6	wa	1	6,8	

70	4,5	wa	1	9,1	
71	4,8	wa	1	7,5	
72	4,8	wa	1	6,8	
73	4,9	wa	2	9,7	
74	4,4	wa	2	3,3	
75	4,4	wa	1	9,9	
76	4,5	wa	3	3,7	
77	4,7	wa	1	11,8	
78	4,8	wa	1	10,5	
79	4,4	wa	1	6,3	
80	4,7	wa	1	7,2	
81	5,4	wa	4	6,3	
82	5,1	wa	5	5,9	
83	5,3	wa	1	19,6	
84	3,9	a	1	12,6	68
85	3,2	a	2	5,9	127,8
86	2,7	a	1	11,9	59,6
87	2,2	a	2	230,2	244,2
88	7,2	na	2	3,9	
89	3,1	a	1	24,8	56,5
90	3	a	3	3,6	70,3
91	7,4	na	1	24,9	
92	4,5	wa	1	1,4	
93	3,3	a	1	2	
94	6,6	wa	4	3,5	
95	5,3	wa	1	5	
96	6,5	wa	1	45,2	
97	5,4	wa	1	11,1	
98	7,7	na	2	0,9	
99	6	wa	1	3,5	
100	5,3	wa	1	2,6	
101	5,4	wa	2	12,6	
102	5,1	wa	1	11,9	
103	5,6	wa	1	4,5	
104	5,5	wa	3	17,7	
105	5,5	wa	1	2,1	
106	5,5	wa	1	3,4	
107	5,9	wa	1	22,7	
108	5,3	wa	1	5,9	
109	5,8	wa	1	8,1	
110	6,5	wa	2	13,1	
111	4,7	wa	1	1,9	
112	4,8	wa	1	3	
113	5,6	wa	2	15,6	
114	5,6	wa	1	10,8	
115	5,9	wa	1	18,8	
116	6,3	wa	2	18,7	
117	4,8	wa	1	9,9	
118	5,4	wa	1	12,1	
119	4,9	wa	1	8,1	
120	5,6	wa	1	4,8	
121	4,8	wa	1	11,2	

122	5,2	wa	1	4	
123	4,9	wa	3	0,8	
124	5	wa	1	4	
125	5,2	wa	1	7,9	
126	5,1	wa	3	5,4	
127	5,5	wa	2	5,3	
128	5,2	wa	3	7,7	
129	4,7	wa	1	3,8	
130	5,2	wa	1	5,2	
131	4,3	wa	1	2	
132	5,5	wa	1	9,2	
133	4,3	wa	1	14,5	
134	6,3	wa	4	10,6	

8.1.3 Altersgruppe 4 – Kleinkinder :

Patient 5:

GÖR-Event-Nummer	niedrigster pH	Säurekategorie	Steighöhe [Kanäle]	Bolusclearance [sec]	Säureclearance [sec]
1	3,9	a	1	14,6	
2	4,8	wa	2	9,8	
3	5,3	wa	1	10,1	
4	4,5	wa	2	8,9	
5	3,2	a	4	14	9,3
6	4,5	wa	4	5,4	
7	2	a	1	5,6	49,6
8	2,9	a	2	9,3	
9	2,7	a	1	6,3	
10	4,1	wa	1	3	
11	3,3	a	2	17,5	
12	1,9	a	1	21,5	102,4
13	1,3	a	1	10,6	22,1
14	2,1	a	1	11	14
15	2,7	a	3	5,6	5,8
16	3,1	a	2	6,5	
17	2,3	a	3	4,8	47,6
18	1,5	a	2	2,9	464

Patient 6:

GÖR-Event-Nummer	niedrigster pH	Säurekategorie	Steighöhe [Kanäle]	Bolusclearance [sec]	Säureclearance [sec]
1	5	wa	3	11,1	
2	2,4	a	1	20,3	11
3	2,3	a	1	14,7	
4	4	wa	1	34,8	
5	2,7	a	3	6,4	
6	2,9	a	5	4,9	
7	5,4	wa	3	4,2	

8	3,2	a	1	13	11,1
9	2,2	a	4	9,6	17,1
10	2,5	a	1	7	70,4
11	2,2	a	1	30,4	92
12	5,8	wa	2	39,9	
13	3,7	a	4	5	23,1
14	3,6	a	3	12,9	10,7
15	2,8	a	1	7,4	10,3
16	4,2	wa	2	7,6	
17	5,9	wa	2	11,4	
18	4	wa	5	26,1	
19	3,9	a	5	10,9	
20	3,7	a	4	5,2	
21	3,4	a	4	4,6	17
22	5,4	wa	2	19,5	
23	1	a	2	12,7	30,6
24	4,8	wa	4	6,1	
25	3,4	a	5	4,1	
26	4	wa	3	2,8	
27	4,8	wa	2	13,2	
28	3,2	a	1	9	18,4
29	3,4	a	1	22,2	25,5
30	4,4	wa	1	6,3	
31	3,1	a	4	7,9	9,4

Patient 11:

GÖR-Event-Nummer	niedrigster pH	Säurekategorie	Steighöhe [Kanäle]	Bolusclearance [sec]	Säureclearance [sec]
1	2,8	a	1	23,5	
2	2,1	a	1	31,6	29,4
3	2,6	a	1	5,3	16,9
4	2,1	a	1	55,8	55,4
5	2,4	a	4	11,5	
6	1,7	a	5	6,3	5,5
7	5,6	wa	1	45,2	
8	2,6	a	1	7,2	11,3
9	2,5	a	4	14,5	24,7
10	2,3	a	3	4,9	43,2
11	2,3	a	1	137,8	334,5
12	5,9	wa	5	9,2	
13	2,2	a	4	8,3	9,8
14	2,1	a	5	6,4	9,3
15	3,4	a	5	1,3	
16	1,8	a	3	13,3	
17	6,7	wa	1	6,8	
18	6,3	wa	1	7,4	
19	6,4	wa	1	7,9	
20	5,8	wa	1	20,9	
21	4,4	wa	1	9,7	
22	3,8	a	1	30	

23	4,3	wa	1	29	
24	2,5	a	1	15,1	3
25	4,2	wa	1	17,2	
26	2,8	a	1	55,5	
27	3,6	a	1	12	
28	3,5	a	1	14,6	
29	2,7	a	1	14	5,7
30	3,4	a	1	11,5	18,3
31	2,8	a	1	22,4	19,8
32	3,1	a	1	7,9	11,3

Patient 12:

GÖR-Event-Nummer	niedrigster pH	Säurekategorie	Steighöhe [Kanäle]	Bolusclearance [sec]	Säureclearance [sec]
1	1,1	a	1	13,1	11,6
2	4,2	wa	1	18,2	
3	6,4	wa	3	16,4	
4	1,3	a	4	14,5	17,7
5	1,7	a	2	9,3	
6	1,9	a	1	6,1	1
7	1,4	a	1	36,6	13,9
8	1,4	a	2	17	22,3
9	1,4	a	1	7,9	103
10	1,6	a	5	8,2	19,9
11	3,6	a	1	8,7	
12	1,4	a	5	0,9	34,9
13	2,6	a	1	8	20,3
14	1,4	a	1	15,4	140
15	1,6	a	2	20,1	14,4
16	3,9	a	1	89,1	
17	3,4	a	1	77,5	
18	1,7	a	4	5,1	17,5
19	1,5	a	3	5,6	132,7
20	1,5	a	3	9,1	33,2
21	1,3	a	1	7,6	229,6
22	1,7	a	4	54,1	50,9
23	1,4	a	5	10,2	17,3
24	1,5	a	3	1,6	86,5
25	1,4	a	4	7,8	22,5
26	1,3	a	2	9,7	26,4
27	2,4	a	1	8,2	13,3
28	1,9	a	1	4,7	29,2
29	3,3	a	1	7	20,2
30	1,3	a	1	41,7	129,9

Patient 14:

GÖR-Event-Nummer	niedrigster pH	Säurekategorie	Steighöhe [Kanäle]	Bolusclearance [sec]	Säureclearance [sec]
1	5,8	wa	3	5,9	

2	2,4	a	1	8,1	7,1
3	2,7	a	1	9,1	
4	3,9	a	4	3,5	
5	6,6	wa	4	2,9	
6	6,5	wa	1	38,5	
7	6	wa	1	36,4	
8	5,7	wa	1	13,8	
9	4,2	wa	1	17,2	35,6
10	6,5	wa	1	62,4	
11	1,8	a	1	17,2	
12	5,7	wa	4	6,5	
13	2,9	a	3	8,4	
14	2,3	a	3	22,3	53,1
15	2,6	a	3	10,1	12,7
16	5,6	wa	4	1,6	
17	2,4	a	4	3,3	20,1
18	5,3	wa	4	2,5	
19	4,9	wa	2	3,1	
20	5,1	wa	1	76	
21	6,3	wa	1	6,9	

Patient 16:

GÖR-Event-Nummer	niedrigster pH	Säurekategorie	Steighöhe [Kanäle]	Bolusclearance [sec]	Säureclearance [sec]
1	2	a	1	20,6	35
2	1,9	a	1	11,4	14,5
3	2	a	4	14,5	
4	2,2	a	3	25,8	12,5
5	6,7	wa	1	10,4	
6	6,6	wa	1	17,9	
7	3,2	a	1	41	
8	5,7	wa	1	9,1	
9	3,6	a	5	2,4	
10	4,3	wa	1	7,7	
11	2,5	a	1	11,2	9
12	2,7	a	1	9	
13	4,9	wa	1	17,6	
14	2,4	a	1	12,5	15,6
15	5,7	wa	2	11,9	
16	1,5	a	1	15,5	70,8
17	5,3	wa	1	6	
18	6	wa	5	5,6	
19	2,1	a	2	12,3	159,7
20	3,7	a	1	16,5	
21	6,5	wa	3	14,1	
22	6,6	wa	1	13,6	
23	4,2	wa	2	7	
24	5,4	wa	1	31,5	
25	5,7	wa	1	5,8	
26	5,6	wa	4	9,2	
27	5,1	wa	4	7,7	

28	2,6	a	1	9,9	5,7
29	4,1	wa	1	16,8	
30	3,9	a	1	35,2	
31	3,6	a	1	39,7	
32	6,4	wa	1	7,2	
33	2	a	1	23,6	8,3
34	1,9	a	3	14,4	63

Patient 17:

GÖR-Event- Nummer	niedrigster pH	Säurekategorie	Steighöhe [Kanäle]	Bolusclearance [sec]	Säureclearance [sec]
1	1,7	a	1	8,8	18,6
2	1,9	a	1	8,1	18,6
3	2,6	a	1	26,4	10,7
4	2,8	a	1	47,7	
5	2,2	a	1	19,4	
6	3,1	a	3	16,8	
7	2,1	a	2	10	8,7
8	6,8	wa	1	15,6	
9	6,7	wa	1	2,4	
10	4,8	wa	1	44,7	
11	5	wa	1	22,1	
12	4,6	wa	1	22,8	
13	4,6	wa	1	18	
14	4,5	wa	5	29,1	
15	3,5	a	1	8,7	126,5
16	2,3	a	1	14,8	39,5
17	6,4	wa	2	13,7	
18	6,6	wa	2	13,2	
19	3,4	a	1	4,3	
20	4,8	wa	1	6,1	
21	6,6	wa	3	5,9	
22	6,6	wa	1	27,9	
23	3,6	a	1	10,1	
24	6,9	wa	4	3,3	
25	2,4	a	2	8	42,6
26	2,4	a	1	13,9	6,7
27	3,2	a	1	12,5	
28	7,2	wa	1	1,3	
29	6,7	wa	4	4,9	
30	6,8	wa	1	14,7	
31	6,5	wa	1	24,8	
32	4,8	wa	1	12,6	
33	4,6	wa	1	10,3	
34	3,5	a	1	8,1	40,2
35	3,5	a	1	28,8	28,5
36	4,6	wa	1	9,9	
37	4,3	wa	1	24,3	
38	5,8	wa	3	17,3	
39	6,6	wa	2	8,4	
40	5,5	wa	1	10,9	

41	5,2	wa	3	9,1	
42	5,2	wa	3	8	
43	2,8	a	1	23,9	51,2
44	4	wa	1	20,3	
45	3,8	a	1	15	21,2
46	3,4	a	1	10,6	9,5
47	2,8	a	1	10,7	8,3
48	7	wa	1	9,7	
49	6,5	wa	1	11,2	

Patient 20:

GÖR-Event-Nummer	niedrigster pH	Säurekategorie	Steighöhe [Kanäle]	Bolusclearance [sec]	Säureclearance [sec]
1	5,1	wa	1	3,2	
2	3,3	a	1	8,8	83,6
3	2,3	a	1	10,5	70,9
4	1,8	a	1	12,9	51
5	2,1	a	1	18,3	41,6
6	3,3	a	1	54,8	
7	1,8	a	1	9,7	7,3
8	7	wa	1	15,1	
9	7,2	na	1	7,1	
10	1,5	a	1	13,2	81
11	1,4	a	1	18,7	30,7
12	4,7	wa	1	11,3	
13	5,4	wa	1	8,2	
14	5,4	wa	2	6,2	
15	5,2	wa	2	6,3	
16	5,3	wa	2	7,9	
17	6,5	wa	2	57,6	
18	6,6	wa	2	7,3	
19	6,5	wa	2	5,8	
20	3,2	a	2	5,6	
21	7,1	na	3	8	
22	7,3	na	3	14,5	
23	7,4	na	3	2,4	
24	7,4	na	3	10,5	
25	6,9	wa	4	8	
26	6,2	wa	4	7,1	
27	6,2	wa	4	2,7	

8.1.4 Altersgruppe 5 – Schulkinder:Patient 2:

GÖR-Event-Nummer	niedrigster pH	Säurekategorie	Steighöhe [Kanäle]	Bolusclearance [sec]	Säureclearance [sec]
1	3,1	a	1	33	14,2
2	3	a	1	9,6	24,5

3	2,8	a	1	11,4	58,2
4	2,6	a	1	10,7	32,4
5	2,8	a	1	14,2	48,1
6	2,7	a	1	15,3	14,3
7	3,6	a	1	11,1	6
8	2,5	a	1	21,4	53,3
9	2,6	a	1	13,7	33,8
10	6,3	wa	1	23,8	
11	2,5	a	2	14,6	19,2
12	2,8	a	1	12,2	36,3
13	2,6	a	1	13,7	28
14	4,1	wa	1	10	
15	3	a	1	44,7	8,7
16	3,5	a	1	5,6	
17	3,5	a	1	4,7	
18	3,5	a	1	8,2	
19	3,3	a	1	29,9	8,4
20	3,4	a	1	7,9	13,5
21	2,8	a	2	10	32,1
22	4,6	wa	1	43,2	
23	4,4	wa	1	35,9	
24	5,2	wa	1	19,4	
25	4,4	wa	2	16,2	
26	4,4	wa	1	12,1	
27	3	a	1	11,4	15,4
28	3,8	a	1	38	
29	2,9	a	3	10,7	9,8
30	5,9	wa	5	2,3	
31	3,1	a	1	15	6,8
32	2,9	a	1	5,7	12,4
33	2,9	a	1	13,6	23
34	2,9	a	1	16	31,5
35	6,1	wa	2	2,2	
36	6,1	wa	2	6,5	
37	3,1	a	1	10,4	28,9
38	3,5	a	3	5	38,1
39	3,1	a	1	11,9	11,1
40	2,9	a	3	12,1	25,5
41	3,1	a	4	4	8,5
42	2,9	a	5	6,3	41,5
43	3,1	a	5	3,6	
44	3	a	2	12,9	56,3
45	3,4	a	1	4,8	24,5
46	2,9	a	1	10,3	
47	2,9	a	4	8,8	23,7
48	4,7	wa	4	4	
49	3,1	a	3	17,3	24,9
50	2,8	a	1	28,7	52
51	2,8	a	1	34,3	93
52	3,1	a	4	9,3	5,6
53	3,4	a	1	10,9	
54	3	a	2	6,2	5,2

55	6,2	wa	1	19,4	
56	5,5	wa	3	11,8	
57	5,4	wa	3	11	
58	3,9	a	1	10,6	
59	4,2	wa	1	12	40,6
60	3,4	a	1	16,2	
61	5	wa	1	6,7	73,1
62	4,1	wa	1	57,4	
63	5,8	wa	5	3,4	
64	4,1	wa	1	9,9	
65	3,5	a	1	11,9	
66	3,3	a	1	37,3	43,2
67	3,5	a	1	10,7	17,1
68	3,2	a	4	8,2	18,2
69	3,1	a	1	12,3	87,8
70	3	a	1	89,8	137,6

Patient 8:

GÖR-Event-Nummer	niedrigster pH	Säurekategorie	Steighöhe [Kanäle]	Bolusclearance [sec]	Säureclearance [sec]
1	5,7	wa	1	12,9	
2	2,8	a	1	18,9	20,3
3	2,5	a	1	16,4	37,8
4	2,6	a	1	12,8	13,2
5	2,3	a	1	22,3	24
6	2,4	a	1	10,9	56,6
7	2,5	a	1	12,5	58,2
8	3,9	a	1	12,8	
9	5,8	wa	1	44,3	
10	5,9	wa	1	12,7	
11	2	a	1	40,1	73
12	2	a	1	14,8	59,4
13	6	wa	1	10,8	
14	3,2	a	1	562,6	112,6
15	3,9	a	1	8,5	79,7
16	5	wa	1	8,1	
17	4,7	wa	1	11,9	
18	3,8	a	1	9,9	
19	3,9	a	1	39,7	
20	3,3	a	1	18,4	15,1
21	4,2	wa	1	8,2	
22	5,2	wa	2	49,5	
23	6,7	wa	1	21,3	
24	3,7	a	1	11,9	
25	6,8	wa	1	17,9	
26	6,6	wa	1	18,8	
27	5,1	wa	1	11,8	
28	4,8	wa	1	9,6	
29	4,7	wa	1	86,4	
30	4,1	wa	1	10,8	
31	2,6	a	1	14,5	61,8

32	2,5	a	1	12,5	47,3
33	2,3	a	1	15	115,9
34	2,1	a	1	24,7	37
35	2,7	a	1	34,9	36
36	2,7	a	1	18,6	49,1
37	2,4	a	1	7,7	60,7
38	6,8	wa	1	13,3	
39	6,7	wa	1	15,2	
40	3,7	a	3	471,3	122,5
41	2,7	a	1	8,5	15,4
42	3	a	1	13,3	150,3

Patient 9:

GÖR-Event-Nummer	niedrigster pH	Säurekategorie	Steighöhe [Kanäle]	Bolusclearance [sec]	Säureclearance [sec]
1	1,8	a	3	13,3	7,4
2	3,2	a	5	18,9	10,3
3	6,4	wa	3	19,5	
4	5,7	wa	3	8,5	
5	3,6	a	3	26,3	
6	5,1	wa	5	21	
7	2,6	a	1	25,7	58
8	2,5	a	1	18	486,5
9	2,1	a	3	9	34,8
10	1,9	a	3	13,1	48
11	1,8	a	1	20,4	107,1
12	1,9	a	1	26,9	679,9
13	1,9	a	3	12,6	174
14	1,8	a	3	22,1	28,6
15	5,8	wa	3	4,3	
16	3,1	a	3	12,8	
17	3,5	a	4	14,1	
18	4,5	wa	5	17,1	
19	4,2	wa	3	16,6	
20	4,1	wa	4	16,8	
21	5	wa	3	14,9	
22	8,3	wa	5	3,5	
23	3,5	a	5	14,9	
24	3,9	a	4	10,8	
25	3,9	a	3	10,9	
26	6,3	wa	5	4	
27	3	a	3	17,5	
28	3,4	a	4	12,9	
29	3,4	a	4	11,1	

Patient 10:

GÖR-Event-Nummer	niedrigster pH	Säurekategorie	Steighöhe [Kanäle]	Bolusclearance [sec]	Säureclearance [sec]
1	2,5	a	3	10,9	7,5

2	1,5	a	3	16,6	
3	3,2	a	5	23,4	28,8
4	2,6	a	3	27,2	17,7
5	5,7	wa	3	17,5	
6	2,5	a	3	15,7	70,7
7	5,2	wa	3	8,5	
8	4,1	wa	3	19,2	
9	4,5	wa	1	11,6	
10	3,9	a	1	16,6	204,4
11	3,7	a	1	17,6	9,9
12	4	wa	1	9,4	
13	3	a	5	10,2	37
14	2,9	a	1	33,1	
15	1,2	a	3	12,5	90,9
16	1,6	a	1	10,8	208,5
17	1,2	a	1	25,7	86,1
18	4,8	wa	3	10,4	
19	2	a	4	21,8	14
20	4,3	wa	3	20,6	
21	2,1	a	3	16,9	
22	2,8	a	1	27,3	38,1
23	5,8	wa	3	18,5	
24	1,8	a	3	22,3	61,8
25	5,2	wa	2	10,8	
26	6,1	wa	4	20,4	
27	3,4	a	3	19,6	9,2
28	2,7	a	4	23,2	
29	6,5	wa	4	8,9	
30	6,4	wa	5	15,3	
31	2,7	a	3	32,2	42,3
32	3,6	a	3	20,4	10
33	6	wa	3	16,2	
34	3	a	2	15,4	36,9
35	6,2	wa	4	15,2	
36	4,8	wa	3	22,8	
37	5,8	wa	1	39,5	
38	6,2	wa	3	18	
39	6,1	wa	3	28,6	
40	4,4	wa	2	11,6	
41	5,8	wa	2	12,5	
42	3,6	a	1	13,7	29,1
43	5,3	wa	1	13,3	
44	4,5	wa	1	24,9	
45	6	wa	2	15	

Patient 18:

GÖR-Event-Nummer	niedrigster pH	Säurekategorie	Steighöhe [Kanäle]	Bolusclearance [sec]	Säureclearance [sec]
1	1,7	a	3	43,8	440,2
2	1,4	a	3	7,5	171,7
3	1,5	a	1	23,1	53,3

4	2,7	a	5	16	
5	6	wa	5	4,7	
6	5,6	wa	5	2	
7	5,8	wa	5	0,9	
8	5,7	wa	5	3,6	
9	5,8	wa	5	1,5	
10	1,8	a	5	44,5	6,9
11	5,5	wa	5	17,3	
12	6,2	wa	5	5,1	
13	5,5	wa	5	32,1	
14	5,3	wa	5	9,6	
15	1,5	a	3	25,5	19,7
16	5,5	wa	5	9,2	
17	5,6	wa	5	36,4	
18	1,7	a	5	45,4	30
19	4,2	wa	5	6,6	
20	2,1	a	1	30,2	
21	3,5	a	2	25,7	
22	2,5	a	4	10	
23	1,8	a	2	21	9,5
24	1,8	a	3	14,4	11,2
25	1,7	a	1	12,5	5,6
26	4,9	wa	3	36,7	
27	3,1	a	3	40,2	5,2
28	1,9	a	2	45,7	
29	1,5	a	1	21,8	41,3
30	1,6	a	2	27,1	15,3
31	4,7	wa	4	10,9	16,2
32	1,7	a	1	16,2	
33	5	wa	3	13,8	
34	2	a	3	8,9	8,3
35	4,5	wa	3	19	
36	3,8	a	2	18	
37	5,5	wa	3	20,5	
38	2,1	a	4	20,8	5,4
39	2,9	a	3	27,1	8,9
40	1,7	a	1	21,3	33,4
41	2,2	a	3	25,4	16,8
42	1,9	a	4	19,6	10,2
43	5,8	wa	5	6,9	
44	2	a	3	24,1	23,3
45	1,8	a	1	15,1	55,9
46	1,8	a	3	28,1	110,1
47	2,4	a	3	9,9	5,3
48	2	a	2	21,8	12
49	6,4	wa	4	29,3	
50	2,1	a	3	16,2	13,3
51	2,3	a	1	49,4	26,4
52	3,9	a	3	15,8	
53	2,2	a	3	35	70,5
54	2,9	a	4	18,2	
55	2,5	a	3	25	49,3

56	2,1	a	1	32,8	57,1
57	2,3	a	3	19	97,3

Patient 21:

GÖR-Event-Nummer	niedrigster pH	Säurekategorie	Steighöhe [Kanäle]	Bolusclearance [sec]	Säureclearance [sec]
1	2,2	a	4	6,2	188,8
2	1,7	a	1	14,3	9,2
3	2,3	a	2	18,7	112,7
4	2,5	a	1	17,9	61,1
5	2,4	a	1	8,6	
6	1,6	a	1	5,1	18,4
7	1,8	a	1	9,7	112,2
8	2,3	a	1	16	119,1
9	1,8	a	1	8,6	311,3
10	2	a	3	14,2	77,4
11	3,1	a	2	14,1	
12	2,2	a	1	17,4	95,6
13	2	a	3	18,9	63,3
14	1,9	a	3	23,9	38,2
15	5,2	wa	1	3,1	
16	1,8	a	3	4,2	37,4
17	2,8	a	3	7,6	12,8
18	2,2	a	2	8,3	47,1
19	2,3	a	3	10	95,1
20	2,3	a	3	12,1	95,1

Patient 24:

GÖR-Event-Nummer	niedrigster pH	Säurekategorie	Steighöhe [Kanäle]	Bolusclearance [sec]	Säureclearance [sec]
1	4,3	wa	1	28	
2	6,2	wa	1	14,5	
3	3,6	a	1	8,5	64,6
4	4,9	wa	1	35,4	
5	3,1	a	1	7,4	29,3
6	2,9	a	1	10,3	27,8
7	4,7	wa	1	9,6	
8	3,8	a	3	18,8	
9	3,3	a	1	9,6	
10	3,7	a	4	13,3	
11	3,5	a	1	24,8	
12	3,6	a	1	10,7	
13	4,9	wa	2	42,3	
14	5,3	wa	1	5,1	
15	4,9	wa	1	17,6	
16	4,6	wa	2	14,1	
17	4,6	wa	4	7,7	
18	4,1	wa	4	12,5	
19	2,2	a	1	31,4	27,9

Cornelia T. Sperlich
 „Normwerte aus kombinierten pH-Metrie-Impedanzmessungen zur Diagnostik eines gastroösophagealen Refluxes
 im Kindesalter – Ergebnisse einer Pilotstudie“

20	3,6	a	3	13,9	
21	3,7	a	1	19,1	
22	4	wa	1	10	
23	6	wa	1	37,1	
24	4,3	wa	1	13,1	
25	2,4	a	2	49,3	41,2
26	2,7	a	1	22,6	10,6
27	5	wa	1	7,6	
28	4,2	wa	4	10,3	
29	4,3	wa	4	15,4	
30	4,9	wa	1	6	
31	4,2	wa	2	9,8	
32	6,3	wa	4	9,5	
33	2,3	a	2	15,1	13,5
34	2,1	a	1	18,7	60,3
35	3,2	a	1	3	38,8
36	3,5	a	1	11	17,4
37	3,4	a	1	9,6	
38	4,3	wa	1	89	
39	2,9	a	1	28	33,5
40	5,1	wa	5	1,1	

9 Bibliographie

Barham, C.P.; Gotley, D.C.; Miller, R.; Mills, A.; Alderson, D.

“Pressure events surrounding oesophageal acid reflux episodes and acid clearance in ambulant healthy volunteers”

Gut, 1993, 34, 444-449

Barham, C.P.; Gotley, D.C.; Mills, A.; Alderson, D.

“Oesophageal acid clearance in patients with severe reflux oesophagitis”

British Journal of Surgery, 1995, 82, 333-337

Boix-Ochoa, J.; Lafuente, J.M.; Gil-Vernet, J.M.

“Twenty-four hour esophageal pH-monitoring in gastroesophageal reflux”

Journal of Pediatric Surgery, 1980, 15 (1), 74-78

Del Buono, R.; Wenzl, T.G.; Rawat, D.; Thomson, M.

“Acid and nonacid gastro-oesophageal reflux in neurologically impaired children: investigation with the multiple intraluminal impedance procedure”

Journal of Pediatric Gastroenterology and Nutrition, 2006, 43 (3), 331-335

Castell, D.O.; Mainie, I.; Tutuian, R.

“Non-acid gastroesophageal reflux: documenting its relationship to symptoms using multichannel intraluminal impedance (MII)”

Transactions of the American Clinical and Climatological Association, 2005, 116, 321-333

Colletti, R.B.; Christie, D.L.; Orenstein, S.R.; NASPGN

“Indications for pediatric esophageal pH-monitoring”

Journal of Pediatric Gastroenterology and Nutrition, 1995, 21, 253-262

Condino, A.A.; Sondheimer, J.; Pan, Z.; Gralla, J.; Perry, D.; O’Connor, J.A.

“Evaluation of infantile acid and nonacid gastroesophageal reflux using combined pH monitoring and impedance measurement”

Journal of Pediatric Gastroenterology and Nutrition, 2006, 42 (1), 16-21

Corvaglia, L.; Ferlini, M.; Rotatori, R.; Paoletti, V.; Alessandroni, R.; Cocchi, G.; Faldella, G.

“Starch thickening of human milk is ineffective in reducing the gastroesophageal reflux in preterm infants: a crossover study using intraluminal impedance”

Journal of Pediatrics, 2006, Feb, 148 (2), 265-268

Corvaglia, L.; Rotatori, R.; Ferlini, M.; Aceti, A.; Ancora, G.; Faldella, G.

“The effects of body positioning on gastroesophageal reflux in premature infants: evaluation by combined impedance and pH monitoring”

Journal of Pediatrics, 2007, Dec., 151 (6), 560-561

Cresi, F.; de Santis, L.; Savino, F.; Bretto, R.; Testa, A.; Silvestro, L.

“Relationship between gastro-oesophageal reflux and gastric activity in newborns assessed by combined intraluminal impedance, pH metry and epigastric impedance”

Neurogastroenterology and Motility, 2006, May, 18 (5), 361-368

Croffie, J.M.; Fitzgerald, J.F.; Molleston, J.P.; Gupta, S.K.; Corkins, M.R.; Pfefferkorn, M.D.; Lim, J.R.; Steiner, S.J.; Dadzie, S.K.

“Accuracy and tolerability of the Bravo catheter-free pH-capsule in patients between the ages of 4 and 18 years”

Journal of Pediatric Gastroenterology and Nutrition, 2007, Nov.; 45 (5), 559-563

Cucchiara, S.; Staiano, A.; Gobio Casali, L.; Boccieri, A.; Paone, F.M.

“Value of the 24 hour intraoesophageal pH monitoring in children”

Gut, 1990, 31, 129-133

Diaz, D.M.; Winter, H.S.; Colletti, R.B.; Ferry, G.D.; Rudolph, C.D.; Czinn, S.J.; Cochran, W.; Gold, B.D.

“Knowledge, attitudes and practice styles of North American pediatricians regarding gastroesophageal reflux disease”

Journal of Pediatric Gastroenterology and Nutrition, 2007, 45, 56-64

ESPGAN, Vandenplas, Y.

“A standardized protocol for the methodology of esophageal pH monitoring and interpretation of the data for the diagnosis of gastroesophageal reflux”

Journal of Pediatric Gastroenterology and Nutrition, 1992, 14, 467-471

ESPGAN, Vandenplas, Y.

“Dietary treatment for regurgitation – recommendations from a working party”

Acta Paediatrica, 1998, 87, 462-468

Gold, B.D.

“Is gastroesophageal reflux disease really a life-long disease: do babies who regurgitate grow up to be adults with GERD complications?”

The American Journal of Gastroenterology, 2006, March, 101 (3), 641-644

He, Z.; O'Reilly, R.C.; Bollings, L.; Soundar, S.; Shah, M.; Cook, A.; Schmidt, R.J.; Bloedon, E.; Mehta, D.I.

“Detection of gastric pepsin in middle ear fluid of children with otitis media”

Otolaryngology- Head and Neck Surgery, 2007, 137 (1), 59-64

Herbst, J.J.; Book, L.S.; Bray, P.F.

“Gastroesophageal reflux in the “near miss” sudden infant death syndrome”

The Journal of Pediatrics, 1978, 92, 73-75

Herbst, J.J.; Stephen, D.M.; Book, L.S.

“Gastroesophageal reflux causing respiratory distress and apnea in newborn infants”

The Journal of Pediatrics, 1979, 95 (5), 763-768

Hila, A.; Agraval, A.; Castell, D.O.

“Combined multichannel intraluminal impedance and pH esophageal testing compared to pH alone for diagnosing both acid and weakly acidic gastroesophageal reflux”

Clinical Gastroenterology and Hepatology, 2007, Feb, 5 (2), 172-177

Hyman, P.E.

“Gastroesophageal reflux: one reason why a baby won’t eat”

The Journal of Pediatrics, 1994, 125, 103-109

Iftikhar, S.Y.; Ledingham, S.; Evans, D.F.; Yusuf, S.W.; Steele, R.J.C.; Atkinson, M;
Hardcastle, J.D.

“Alkaline gastro-oesophageal reflux: dual probe pH monitoring“

Gut, 1995, 37, 465-470

Jeffrey, H.E.; Heacock, H.J.

“Impact of sleep and movement on gastro-oesophageal reflux in healthy, newborn infants”

Archives of Diseases in Childhood, 1991, 66, 1136-1139

Jolley, S.G.; Halpern, L.M.; Tunell, W.P.; Johnson, D.G.; Sterling, C.E.

“The risk of sudden infant death from gastroesophageal reflux”

Journal of Pediatric Surgery, 1991 (6), 26, 691-696

Keady, S.

“Update on drugs for gastro-oesophageal reflux disease”

Archives of Diseases in Childhood Ed. Pract., 2007, 92, 114-118

Khoshoo, V.; Haydel, R.; Saturno, E.

“Gastroesophageal reflux disease and asthma in children”

Current Gastroenterology Reports, 2006, June, 8 (3), 237-243

Koletzko, B.

“Aufstoßen und Spucken”

Pädiatrie (Speer, Gahr), Springer Verlag 2001, S. 96

López-Alonso, M.; Moya, M.J.; Cabo, J.A.; Ribas, J.; del Carmen Mac Tas, M.; Silny, J.; Sifrim, D.

„Twenty-four-hour esophageal impedance-pH monitoring in healthy preterm neonates: rate and characteristics of acid, weakly acidic, and weakly alkaline gastroesophageal reflux“

Pediatrics, 2006, 118, e299-308

Mattioli, G.; Pini-Prato, A.; Gentilino, V.; Caponcelli, E.; Avanzini, S.; Parodi, S.; Rossi, G.A.; Tuo, P.; Gandullia, P.; Vella, C.; Jasonni, V.

“Esophageal impedance/pH monitoring in pediatric patients: preliminary experience with 50 cases”

Digestive Diseases and Sciences, 2006, Dec., 51 (12), 2341-2347

Menon, A.P.; Scheft, G.L.; Thach, B.T.

“Apnea associated with regurgitation in infants”

The Journal of Pediatrics, 1985, 106, 625-629

Meyers, W.F.; Roberts, C.C.; Johnson, D.G.; Herbst, J.J.

“Value of tests for evaluation of gastroesophageal reflux in children”

Journal of Pediatric Surgery, 1985, 20 (5), 515-520

Mousa, H.; Woodley, F.W.; Metheny, M.; Hayes, J.

“Testing the association between gastroesophageal reflux and apnea in infants”

Journal of Pediatric Gastroenterology and Nutrition, 2005, 41 (2), 169-177

Newell, S.J.; Booth, I.W.; Morgan, M.E.; Durbin, G.M.; Mc Neish, A.S.

„Gastro-oesophageal reflux in preterm infants“

Archives of Diseases in Childhood, 1989, 64, 780-786

Omari, T.

“Gastroesophageal reflux in infants: can a simple left side positioning strategy help this diagnostic and therapeutic conundrum?”

Minerva Pediatr., 2008, April; 60 (2): 193-200

Omari, T.; Haslam, R.R.; Lundborg, P.; Davidson, G.

“Author’s response to letter”

Journal of Pediatric Gastroenterology and Nutrition, 2008, Jan, 46 (1), 96-98

Paton, J.Y.; Macfadyen, U.; Williams, A.; Simpson, H.

“Gastro-oesophageal reflux and apnoeic pauses during sleep in infancy- no relation”

European Journal of Pediatrics, 1990 (A), 491, 680-686

Pohl, D.; Ribolsi, M.; Savarino, E.; Frühauf, H.; Fried, M.; Castell, D.O.; Tutuian, R.

“Characteristics of the esophageal low-pressure-zone in healthy volunteers and patients with esophageal symptoms: assessment by high-resolution manometry”

American Journal of Gastroenterology, 2008, Oct., 103 (10), 2544-2549

Ramet, J.; Egreteau, L.; Curzi-Dascalova, L.; Escourrou, P.; Deham, M.; Gaultier, C.

“Cardiac, respiratory, and arousal responses to an esophageal acid infusion test in near-term infants during active sleep”

Journal of Pediatric Gastroenterology and Nutrition, 1992, 15, 135-140

Semeniuk, J.; Kaczmarek, M.

“Gastroesophageal reflux (GER) in children and adolescents with regard to food intolerance“

Advances in Medical Sciences, 2006, 51, 321-326

Sheikh, S.; Stephen, T.C.; Sisson, B.

“Prevalence of gastroesophageal reflux in infants with recurrent brief apneic episodes”

Canadian Respiratory Journal, 1999, 6, 401-404

Skopnik, H.; Silny, J.; Heiber, O.; Schulz, J.; Rau, G.; Heimann, G.

“Gastroesophageal reflux in infants: evaluation of a new intraluminal impedance technique“

Journal of Pediatric Gastroenterology and Nutrition, 1996, 23 (5), 591-598

Stordal, K.; Johannesdottir, G.B.; Bentsen, B.S.; Carlsen, K.C.L.; Sandvik, L.

“Asthma and overweight are associated with symptoms of gastro-oesophageal reflux”

Acta Paediatrica, 2006, 95, 1197-1201

Suys, B.; De Wolf, D.; Hauser, B.; Blecker, U.; Vandenplas, Y.

„Bradycardia and gastroesophageal reflux in term and preterm infants: is there any relation?”

Journal of Pediatric Gastroenterology and Nutrition, 1994, 19, 187-190

Trachterna, M.; Wenzl, T.G.; Silny, J.; Rau, G.; Heimann, G.

„Procedure for the semi-automatic detection of gastro-oesophageal reflux patterns in intraluminal impedance measurements in infants”

Medical Engineering & Physics, 1999, 21, 195-201

Vandenplas, Y.

“Asthma and gastroesophageal reflux”

Journal of Pediatric Gastroenterology and Nutrition, 1997, 24, 187-190

Vandenplas, Y.; Salvatore, S.; Vieira, M.C.; Hauser, B.

“Will esophageal impedance replace pH monitoring?”

Pediatrics, 2007, Jan, 119 (1), 118-122

Wenzl, T.G.; Silny, J.; Schenke, S.; Peschgens, T.; Heimann, G.; Skopnik, H.

„Gastroesophageal reflux and respiratory phenomena in infants: status of the intraluminal impedance technique“

Journal of Pediatric Gastroenterology and Nutrition, 1999, 28, 423-428

Wenzl, T.G.; Schenke, S.; Peschgens, T.; Silny, J.; Heimann, G.; Skopnik, H.

„Association of apnea and nonacid gastroesophageal reflux in infants: investigations with the intraluminal impedance technique”

Pediatric Pulmonology, 2001, 31, 144-149

Cornelia T. Sperlich

„Normwerte aus kombinierten pH-Metrie-Impedanzmessungen zur Diagnostik eines gastroösophagealen Refluxes im Kindesalter – Ergebnisse einer Pilotstudie“

Wenzl, T.G.

„Investigating esophageal reflux with the intraluminal impedance technique“

Journal of Pediatric Gastroenterology and Nutrition, 2002, 34 (3), 261-268

Danksagung:

- Mein Dank gilt vor allem P.D. Dr. med. Tobias Wenzl für die Überlassung des Themas, die Bereitstellung der Daten und seine Hilfe bei der Bearbeitung und Fertigstellung der Arbeit.
- Ich danke außerdem allen beteiligten ärztlichen und nichtärztlichen Mitarbeitern der Klinik für Kinder- und Jugendmedizin für ihre Unterstützung.
- Ich danke Dipl.-Stat. Diana Ackermann des Instituts für Medizinische Statistik der RWTH Aachen für ihre Beratung.
- Ich danke meiner Familie für meine Förderung und Unterstützung, ohne die diese Arbeit nicht möglich gewesen wäre.
- Ganz besonders danke ich Hendrik für seine unendliche Geduld und nicht zuletzt den technischen Support.

Erklärung § 5 Abs. 1 zur Datenaufbewahrung

Hiermit erkläre ich, dass die dieser Dissertation zu Grunde liegenden Originaldaten in der Klinik für Kinder- und Jugendmedizin des Universitätsklinikums Aachen hinterlegt sind.

Lebenslauf

Cornelia Theresa Sperlich

2003	Abitur
2003-2009	Studium Humanmedizin RWTH Aachen
11/2009	2. Ärztliche Prüfung
12/2009	Approbation als Ärztin
seit 02/2010	Assistenzärztin, Klinik für Kinder- und Jugendmedizin Universitätsklinikum Aachen Chefarzt Prof. Dr. med. N. Wagner