

3 Meßergebnisse und statistische Auswertung

3.1 Meßergebnisse

Aus den bei den Patienten mit und ohne Verwendung des Pulsgenerators über der A. tibialis posterior (ATP) und der A. dorsalis pedis (ADP) duplexsonographisch aufgezeichneten Spektralkurven wurden zwei Parameter ohne und mit Verwendung des Pulsgenerators bestimmt.

Zum einen wurde der Peak Flow (Peak), also die maximale ableitbare Fließgeschwindigkeit des Blutes in den beiden Gefäßen, dokumentiert. Da es sich hier um die Frequenz des reflektierten Schallsignals handelt, wird der Peak Flow in Hertz (Hz) angegeben.

Zum anderen wurde die maximale Rate of Change (Rate), d. h. die Steigung mit der sich der Anstieg der Fließgeschwindigkeit vollzog, bestimmt. Steigungen sind mathematisch dimensionslos und werden daher ohne Einheit angegeben.

Weiterhin wurden die im Rahmen des stationären Aufenthaltes routinemäßig bestimmten prä- und postinterventionellen Verschußdopplerdrücke (mm HG) zur Auswertung herangezogen. Nachfolgend die Bezeichnungen für die einzelnen Parameter:

Rate of Change	A. tibialis posterior (ATP)	ohne PDDM	⇒ Rate-o.ATP
		mit PDDM	⇒ Rate-m.ATP
Peak Flow	A. tibialis posterior (ATP)	ohne PDDM	⇒ Peak-o.ATP
		mit PDDM	⇒ Peak-m.ATP
Rate of Change	A. dorsalis pedis (ADP)	ohne PDDM	⇒ Rate-o.ADP
		mit PDDM	⇒ Rate-m.ADP
Peak Flow	A. dorsalis pedis (ADP)	ohne PDDM	⇒ Peak-o.ADP
		mit PDDM	⇒ Peak-m.ADP
Doppler	A. tibialis posterior (ATP)	präinterventionell	⇒ Dp-v.ATP
		postinterventionell	⇒ Dp-n.ATP
Doppler	A. dorsalis pedis (ADP)	präinterventionell	⇒ Dp-v.ADP
		postinterventionell	⇒ Dp-n.ADP

Für die Patienten aller Erkrankungsstadien zusammen betrachtet, ergaben sich unter Berücksichtigung von Steigung und maximalem Fluß für Mittelwert, Standardabweichung, höchstem und niedrigstem Peak Flow bzw. höchster und niedrigster Rate of Change, folgende Werte (Tab. 1):

Gesamt (n=85)	Rate- o.ATP	Rate- m.ATP	Rate- o.ADP	Rate- m.ADP	Peak- o.ATP (Hz)	Peak- m.ATP (Hz)	Peak- o.ADP (Hz)	Peak- m.ADP (Hz)
Mittelwert	10075	10023	8574	9452	1317	2393	1124	2180
Standardabw.	8852,25	8439,40	7402,23	5932,24	945,11	1298,28	678,30	1274,08
Maximum	40615	50139	33389	27458	5360	6000	3610	7593
Minimum	157	874	481	1606	217	311	249	342

**Tab. 1: Mittelwerte, Standardabweichungen, Maxima/Minima
für Rate of Change und Peak Flow; Stadien IIa, IIb, III**

Es zeigte sich, daß über alle Stadien zusammen genommen die mittlere Rate of Change über beiden Gefäßen mit und ohne Pulsgenerator keine wesentliche Änderung aufwies. Die Mittelwerte der Flußmaxima hingegen zeigten mit dem Pulsgenerator für alle Stadien zusammen betrachtet eine deutliche Zunahme.

In den folgenden Tabellen werden die Ergebnisse für Mittelwert, Standardabweichung, größtem und kleinstem Maximum getrennt dargestellt für die Stadien IIa (Tab. 2), IIb (Tab. 3), und III (Tab. 4) nach *Fontaine*:

St. IIa (n=18)	Rate- o.ATP	Rate- m.ATP	Rate- o.ADP	Rate- m.ADP	Peak- o.ATP (Hz)	Peak- m.ATP (Hz)	Peak- o.ADP (Hz)	Peak- m.ADP (Hz)
Mittelwert	18613	9481	16186	8617	2115	2516	1664	2055
Standardabw.	10324,68	4366,97	8396,91	3473,65	1212,95	1140,04	887,66	1003,50
Maximum	40615	16404	33389	14376	5360	4986	3610	3640
Minimum	1910	2408	2376	2896	343	748	311	747

**Tab. 2: Mittelwerte, Standardabweichungen, Maxima/Minima
für Rate of Change und Peak Flow, Stadium IIa**

Im Stadium IIa zeigten die Mittelwerte für die Rate of Change keine Zunahme unter Einsatz des Pulsgenerators, sie nahmen im Gegenteil sogar ab. Die Mittelwerte für den Peak Flow hingegen zeigten mit Verdoppelungen eine deutliche Zunahme.

St. IIb (n=50)	Rate- o.ATP	Rate- m.ATP	Rate- o.ADP	Rate- m.ADP	Peak- o.ATP (Hz)	Peak- m.ATP (Hz)	Peak- o.ADP (Hz)	Peak- m.ADP (Hz)
Mittelwert	8245	10682	7378	9616	1103	2354	1019	2231
Standardabw.	6523,45	9858,89	6018,51	6225,67	739,52	1367,48	554,86	1390,19
Maximum	25750	50139	30836	27458	2987	6000	2238	7593
Minimum	157	953	481	1606	217	437	249	342

**Tab. 3: Mittelwerte, Standardabweichungen, Maxima/Minima
für Rate of Change und Peak Flow, Stadium IIb**

Im Stadium IIb zeigte die Rate of Change über beiden Gefäßen leichte Steigerungen der Mittelwerte, der schon im Stadium IIa erkennbare Trend für die Flußmaxima setzte sich mit mehr als verdoppelten Mittelwerten fort.

St. III (n=17)	Rate- o.ATP	Rate- m.ATP	Rate- o.ADP	Rate- m.ADP	Peak- o.ATP (Hz)	Peak- m.ATP (Hz)	Peak- o.ADP (Hz)	Peak- m.ADP (Hz)
Mittelwert	6418	8658	4034	9853	1099	2378	864	2163
Standardabw.	7817,85	7233,46	3203,82	7224,73	735,51	1311,26	448,15	1227,89
Maximum	27355	22808	11151	23632	2987	4730	1883	4481
Minimum	217	874	631	2367	281	311	342	498

**Tab. 4: Mittelwerte, Standardabweichungen, Maxima/Minima
für Rate of Change und Peak Flow, Stadium III**

Im Stadium III kam es bei den Mittelwerten für die Rate of Change jetzt über der A. dorsalis pedis zu einer deutlichen Zunahme mit dem Pulsgenerator. Die Flußmaxima stiegen mit dem Pulsgenerator im Mittelwert wiederum auf mehr als den doppelten Ausgangswert an.

Tabelle 5 gibt einen Überblick über Mittelwert, Standardabweichung, größten und kleinsten gemessenen Wert der Dopplerverschlußdrücke vor und nach Behandlung für die Patienten aller Stadien:

Gesamt (n=85)	Dp-v.ATP (mm Hg)	Dp-v.ADP (mm Hg)	Dp-n.ATP (mm Hg)	Dp-n.ADP (mm Hg)
Mittelwert	83	77	101	95
Standardabw.	32,91	28,14	31,01	25,82
Maximum	180	160	190	160
Minimum	20	30	30	40

Tab. 5: Mittelwerte, Standardabweichungen, Maxima/Minima der Dopplerverschlußdrücke vor/nach Behandlung; Stadien IIa, IIb, III

Auch die Dopplerverschlußdrücke zeigten für die Beine aller Stadien zusammen betrachtet im Mittelwert eine leichte Steigerung nach der Behandlung.

Unterteilt in die Erkrankungsstadien werden die Dopplerverschlußdrücke in den Tabellen 6 (St. IIa), 7 (St. IIb) und 8 (St. III) aufgelistet:

Stadium IIa (n=18)	Dp-v.ATP (mm Hg)	Dp-v.ADP (mm Hg)	Dp-n.ATP (mm Hg)	Dp-n.ADP (mm Hg)
Mittelwert	113	101	114	106
Standardabw.	27,45	24,37	24,99	23,86
Maximum	180	160	180	160
Minimum	70	70	80	70

Tab. 6: Mittelwerte, Standardabweichungen, Maxima/Minima der Dopplerverschlußdrücke vor/nach Behandlung, Stadium IIa

Im Stadium IIa isoliert betrachtet zeigte sich keine deutliche Zunahme der gemessenen Dopplerverschlußdrücke nach der Behandlung.

Stadium IIb (n=50)	Dp-v.ATP (mm Hg)	Dp-v.ADP (mm Hg)	Dp-n.ATP (mm Hg)	Dp-n.ADP (mm Hg)
Mittelwert	79	74	99	92
Standardabw.	27,38	23,09	30,68	25,62
Maximum	140	140	190	160
Minimum	20	30	30	40

Tab. 7: Mittelwerte, Standardabweichungen, Maxima/Minima der Dopplerverschlußdrücke vor/nach Behandlung, Stadium IIb

Im Stadium IIb zeigten die Verschlußdopplerdrücke im Mittelwert nach Abschluß der Behandlung eine mäßige Steigerung. Im Stadium III fiel diese Steigerung noch etwas deutlicher aus, hier waren Zunahmen um zirka die Hälfte zu verzeichnen.

Stadium III (n=17)	Dp-v.ATP (mm Hg)	Dp-v.ADP (mm Hg)	Dp-n.ATP (mm Hg)	Dp-n.ADP (mm Hg)
Mittelwert	65	60	91	89
Standardabw.	33,10	28,72	32,89	25,14
Maximum	130	120	160	140
Minimum	30	30	30	40

Tab. 8: Mittelwerte, Standardabweichungen, Maxima/Minima der Dopplerverschlußdrücke vor/nach Behandlung, Stadium III

Generell konnte festgestellt werden, daß die Zunahme der Dopplerverschlußdrücke mit der Schwere des Erkrankungsstadiums tendenziell größer wurde. Dies wird bei der grafischen Aufbereitung der Differenzen zwischen den prä- und postinterventionell festgestellten Dopplerverschlußdrücken für das ganze Kollektiv und für die einzelnen Stadien noch deutlicher (Abb.19):

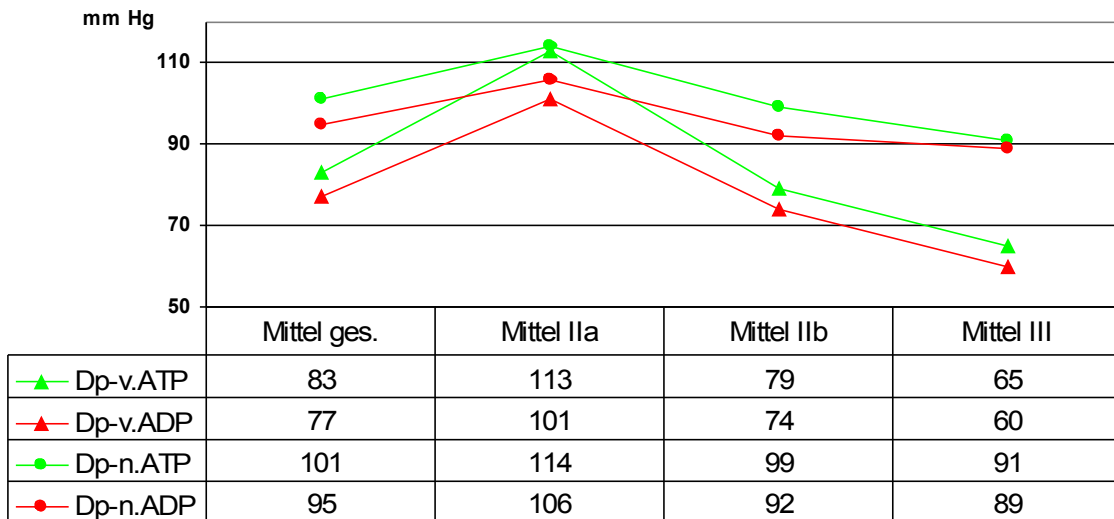


Abb. 19: Dopplerdrücke prä- und postinterventionell

Auf die statistische Signifikanz und ihre Verwendbarkeit für die Rate of Change, den Peak Flow und die Verschlussdopplerdrücke wird in den statistischen Überlegungen noch genauer eingegangen werden.

Zur weiteren statistischen Auswertung wurden prä- und postinterventionell die Differenzen (Δ) der jeweiligen Wertepaare Dopplerverschlussdruck, Rate of Change sowie Peak Flow mit und ohne PDDM für die einzelnen Fußarterien (ATP und ADP) bestimmt. Nachfolgend die Bezeichnungen für diese Parameter:

Differenz Dopplerverschlussdruck prä-/postinterventionell	ATP	\Rightarrow	Δ -Dp.ATP
	ADP	\Rightarrow	Δ -Dp.ADP
Differenz Rate of Change mit/ohne PDDM	ATP	\Rightarrow	Δ -Rate.ATP
	ADP	\Rightarrow	Δ -Rate.ADP
Differenz Peak Flow mit/ohne PDDM	ATP	\Rightarrow	Δ -Peak.ATP
	ADP	\Rightarrow	Δ -Peak.ADP

Tabelle 9 gibt einen Überblick über die festgestellten Differenzen für Dopplerverschlussdruck, Rate of Change und Peak Flow für die Extremitäten aller Stadien zusammen betrachtet:

Gesamt (n=85)	Δ-Dp.ATP (mm Hg)	Δ-Dp.ADP (mm Hg)	Δ-Rate. ATP	Δ-Rate. ADP	Δ-Peak. ATP (Hz)	Δ-Peak. ADP (Hz)
Mittelwert	14	15	-234	-164	1036	931
Standardabw.	27,18	24,48	12911,22	11148,67	1130,18	1267,87
Maximum	90	80	47100	21355	3316	5477
Minimum	-40	-25	-27536	-25002	-1245	-1863

Tab. 9: Mittelwerte, Standardabweichungen, Maxima/Minima der Differenzen für Dopplerdrücke, Rate of Change, Peak Flow; Stadien IIa, IIb, III

Für alle Stadien zusammen betrachtet, zeigten die Dopplerverschlußdrücke leichte Differenzen. Die Rate of Change zeigte nach den o. a. Daten erwartungsgemäß eine Verminderung, der Peak Flow hingegen eine Steigerung.

Unterteilt in die Erkrankungsstadien werden die Differenzen (Δ) in den Tabellen 10 (St. IIa), 11 (St. IIb) und 12 (St. III) aufgelistet:

Stadium IIa (n=18)	Δ-Dp.ATP (mm Hg)	Δ-Dp.ADP (mm Hg)	Δ-Rate. ATP	Δ-Rate. ADP	Δ-Peak. ATP (Hz)	Δ-Peak. ADP (Hz)
Mittelwert	2	4	-9132	-7569	401	391
Standardabw.	11,18	13,36	8986,47	8104,56	902,54	917,98
Maximum	30	40	2521	7264	2365	2614
Minimum	-30	-20	-27536	-25002	-1245	-1863

Tab. 10: Mittelwerte, Standardabweichungen, Maxima/Minima der Differenzen für Dopplerverschlußdrücke, Rate of Change, Peak Flow, Stadium IIa

Im Stadium IIa isoliert betrachtet, war so gut wie keine Steigerung der mittleren Dopplerverschlußdruckdifferenzen festzustellen. Dies entsprach den weiter oben gemachten Beobachtungen. Die Differenz der Rate of Change zeigte starke Verminderungen, wohingegen der Peak Flow auch im Stadium IIa bereits eindeutige Steigerungen aufwies.

Stadium IIb (n=50)	Δ -Dp.ATP (mm Hg)	Δ -Dp.ADP (mm Hg)	Δ -Rate. ATP	Δ -Rate. ADP	Δ -Peak. ATP (Hz)	Δ -Peak. ADP (Hz)
Mittelwert	20	18	2438	2237	1251	1212
Standardabw.	26,82	24,93	11140,52	8328,28	958,71	1150,92
Maximum	90	80	47100	21355	3316	5477
Minimum	-40	-25	-15868	-24582	-377	-624

Tab. 11: Mittelwerte, Standardabweichungen, Maxima/Minima der Differenzen für Dopplerdrücke, Rate of Change, Peak Flow, Stadium IIb

In den Stadien IIb und III nahmen die Differenzen der Dopplerverschlußdrücke sukzessive zu. Auch die Rate of Change zeigte zumindest in diesen beiden Stadien isoliert betrachtet steigende Differenzen. Auch die Mittelwerte für die Differenzen des Peak Flow über beiden Gefäßen nahm mit zunehmendem Erkrankungsstadium zu.

Stadium III (n=17)	Δ -Dp.ATP (mm Hg)	Δ -Dp.ADP (mm Hg)	Δ -Rate. ATP	Δ -Rate. ADP	Δ -Peak. ATP (Hz)	Δ -Peak. ADP (Hz)
Mittelwert	29	32	6230	8808	1692	1696
Standardabw.	26,27	25,38	7811,77	8452,14	1007,27	1075,95
Maximum	60	65	20074	20430	3264	3075
Minimum	-20	-10	-1114	-4746	30	280

Tab. 12: Mittelwerte, Standardabweichungen, Maxima/Minima der Differenzen für Dopplerdrücke, Rate of Change, Peak Flow, Stadium III

3.2 Statistische Überlegungen und Tests

3.2.1 Statistische Relevanz der PDDM

Zur Klärung der Verwendbarkeit der erhobenen Parameter wurden die im folgenden erläuterten, statistischen Untersuchungen durchgeführt.

Zunächst galt es zu klären, ob es zwischen den über der A. tibialis posterior (ATP) und der A. dorsalis pedis (ADP) mit und ohne PDDM gemessenen Werten für den maximalen Peak Flow und die maximale Steigung einen statistisch signifikanten Unterschied gibt, d. h. ob der Einsatz des Pulsgenerators einen statistisch nachweisbaren Einfluß auf die festgestellten Werte und damit einen sicher reproduzierbaren Effekt hat. Zur Untersuchung dieser Fragestellung wurde der T-Test für abhängige Stichproben durchgeführt:

T-Test für abhängige Stichproben:

↪	für Peak.ATP:	$p_0=0.000$	⇒	signifikant
↪	für Rate.ATP:	$p_0=0.966$	⇒	nicht signifikant
↪	für Peak.ADP:	$p_0=0.000$	⇒	signifikant
↪	für Rate.ADP:	$p_0=0.400$	⇒	nicht signifikant

Die im T-Test zu untersuchende Nullhypothese (H_0) hätte in diesem Fall angenommen, daß es zwischen den mit und ohne PDDM gemessenen Werten keinen statistisch gesicherten Zusammenhang gibt. Beim T-Test wurde die Nullhypothese für die gemessenen Werte des maximalen Peak Flows deutlich ($p_0 = 0,000$ für Peak.ATP und Peak.ADP) verworfen. Das bedeutete, die Werte für den Peak Flow zeigten einen statistisch signifikanten Unterschied mit und ohne PDDM und waren für weitere statistische Betrachtungen verwertbar.

Für die Rate of Change wurde beim T-Test H_0 mit sehr hoher Wahrscheinlichkeit ($p_0=0.966$ für Rate.ATP; $p_0=0,400$ für Rate.ADP) angenommen. Das bedeutete, daß die für die Rate of Change, also die Steigungen der abgeleiteten Flußspektren, gemessenen Werte mit und ohne PDDM in den Steigungen keine statistisch signifikanten Unterschiede zeigten, die auf den Einsatz des Pulsgenerators zurückzuführen gewesen wären. Sie waren somit für die weitere Auswertung statistisch nicht verwertbar.

Alle folgenden statistischen Untersuchungen erfolgten daher unter Verwendung der gemessenen Verschußdopplerdrücke und der Peak Flows bzw. der Differenzen der

mit und ohne PDDM gemessenen Wertepaare. Die gemessenen Steigungen als Maß für den Anstieg des Blutflusses wurden nicht mehr berücksichtigt.


3.2.2 Statistische Relevanz des Erkrankungstyps

Da die Druckluftmanschette bei der Untersuchung im proximalen Drittel des Unterschenkels auf Höhe der distalen A. poplitea angelegt wurde, wäre eine Beeinflussung bzw. Verzögerung der Fortleitung der induzierten Flußsäule nach distal durch hämodynamisch relevante Stenosen in diesem Gefäßabschnitt denkbar gewesen.

Um eine solche Beeinträchtigung der Meßwerte mit und ohne PDDM zu belegen oder auszuschließen, wurde bei der weiteren statistischen Auswertung zwischen Patienten mit und solchen ohne Beteiligung der Unterschenkeletage unterschieden. Das Vorliegen des einen oder anderen Erkrankungstyps wurde anhand der präoperativ durchgeführten Angiographien festgestellt. Dabei wurden die verschiedenen Etagen des Gefäßsystems je nach Stenose oder Verschuß mit einer Punktezahl bewertet (s. auch Abschnitt 2.3.2.):

- 0 ⇒ langstreckiger Verschuß (> 3 cm)
- 1 ⇒ kurzstreckiger Verschuß (< 3 cm)
- 2 ⇒ langstreckige Stenose (> 0,5 cm, > 50 %)
- 3 ⇒ langstreckige Stenose (> 0.5 cm, < 50 %)
- 4 ⇒ kurzstreckige Stenose(n) (< 0.5 cm, > 50 %)
- 5 ⇒ kurzstreckige Stenose(n) (< 0,5 cm, < 50 %)
- 6 ⇒ diffuse, arteriosklerotische Veränderungen
- 7 ⇒ Normalbefund

In den drei Gefäßetagen Becken, Bein und Unterschenkel wurden je zwei relevante Gefäßabschnitte anhand der vorliegenden Angiographien beurteilt (Abb. 20).



Beckentyp	Erkrankungstyp	⇒	Betroffene Arterien
	Beckenetage	⇒	Aa. iliaca communis et externa
	Oberschenkeletage	⇒	Aa. femoralis communis et superficialis
	Unterschenkeletage	⇒	Aa. tibialis posterior et anterior
Oberschenkeltyp			
	Angiographiebefund	⇒	Punkte
	langstreckiger Verschuß (> 3 cm)	⇒	0
	kurzstreckiger Verschuß (< 3 cm)	⇒	1
	langstreckige Stenose (> 0,5 cm, > 50 %)	⇒	2
	langstreckige Stenose (> 0,5 cm, < 50 %)	⇒	3
	kurzstreckige Stenose(n) (< 0,5 cm, > 50 %)	⇒	4
	kurzstreckige Stenose(n) (< 0,5 cm, < 50 %)	⇒	5
	diffuse, arteriosklerotische Veränderungen	⇒	6
	Normalbefund	⇒	7
Unterschenkeltyp			

Abb. 20: Erkrankungstypen

In Anlehnung an *Beard* und *Faglia* (56, 67) wurden je Etage und für jeden der beiden Gefäßabschnitte nach o. a. Score Punkte vergeben und addiert. Bei einer Summe von weniger als elf Punkten je Gefäßetage wurde eine relevante Erkrankung vom Becken-, Oberschenkel- oder Unterschenkeltyp bzw. eine Kombination mehrerer Erkrankungstypen festgestellt und die Fälle den nachstehend aufgeführten angiographischen Gruppen zugeordnet:

- A ⇒ Beckentyp isoliert
- B ⇒ Oberschenkeltyp isoliert
- C ⇒ Unterschenkeltyp isoliert
- D ⇒ Becken-/Oberschenkeltyp kombiniert
- E ⇒ Becken-/Unterschenkeltyp
- F ⇒ Ober-/Unterschenkeltyp kombiniert
- G ⇒ Becken-/Ober-/Unterschenkeltyp kombiniert

Die Zuordnung der erkrankten Extremitäten zu den sieben Gruppen war bereits im Rahmen des stationären Aufenthaltes nach Durchführung der Angiographie vorgenommen worden. Dies erwies sich aber als Überdifferenzierung, die in dieser Genauigkeit nicht hätte erfolgen müssen. Letztlich wurden für die statistische Untersuchung des Einflusses einer Erkrankung vom Unterschenkeltyp die Gruppen C, E, F und G als in der Unterschenkeletage hämodynamisch relevant erkrankte Patienten und die Gruppen

A, B und D als dort nicht betroffene Gruppe zusammengefaßt. Das angewandte statistische Verfahren war wiederum der T-Test.

Ohne Beteiligung der Unterschenkeletage (Angiographie-Gruppen A,B und D):

T-Test für abhängige Stichproben

↳ für Peak.ATP: $p_0=0.000$ \Rightarrow signifikant

↳ für Peak.ADP: $p_0=0.000$ \Rightarrow signifikant

Mit Beteiligung der Unterschenkeletage (Angiographie-Gruppen C, E, F und G):

T-Test für abhängige Stichproben

↳ für Peak.ATP: $p_0=0.000$ \Rightarrow signifikant

↳ für Peak.ADP: $p_0=0.000$ \Rightarrow signifikant

In beiden Gruppen wurde die Nullhypothese für beide Peak-Flow-Werte statistisch signifikant ($p_0=0,000$ für Peak.ATP und Peak.ADP) verworfen.

Es konnte also festgestellt werden, daß für die Signifikanz der gemessenen Unterschiede eine Erkrankung vom Unterschenkeltyp statistisch ohne Relevanz blieb. Es war in dieser Untersuchung unerheblich, ob in der Unterschenkeletage Stenosen oder Verschlüsse vorlagen. Dieser Faktor hatte keinen statistischen Einfluß auf die Verwertbarkeit der Meßergebnisse.

3.2.3 Statistische Relevanz des Erkrankungsstadiums

Eine weitere Überlegung ging dahin, daß das Stadium nach *Fontaine* einen Einfluß auf die Signifikanz der gemessenen Maxima mit und ohne PDDM haben könnte. Möglicherweise hatte ein stärker sklerotisch verändertes Gefäßsystem durch mangelnde Elastizität und Strömungsunregelmäßigkeiten auch eine stärkere Beeinflussung der Meßergebnisse zur Folge. Hatte der Pulsgenerator einen statistisch nachweisbaren Effekt, d. h. gab es einen signifikanten Unterschied für die mit und ohne PDDM gemessenen Werte innerhalb der verschiedenen Erkrankungsstadien (IIa, IIb, und III) nach *Fontaine*?

Auch hier kam der T-Test zur Anwendung:

Erkrankungsstadium IIa:

T-Test für abhängige Stichproben:

↪	für Peak.ATP:	$p_0=0.085$	⇒	nicht signifikant
↪	für Peak.ADP:	$p_0=0.097$	⇒	nicht signifikant

Erkrankungsstadium IIb:

T-Test für abhängige Stichproben:

↪	für Peak.ATP:	$p_0=0.000$	⇒	signifikant
↪	für Peak.ADP:	$p_0=0.000$	⇒	signifikant

Erkrankungsstadium III:

T-Test für abhängige Stichproben:

↪	für Peak.ATP:	$p_0=0.000$	⇒	signifikant
↪	für Peak.ADP:	$p_0=0.000$	⇒	signifikant

Im Stadium IIb und III nach *Fontaine* wurde die Nullhypothese wiederum verworfen ($p_0=0,000$ für beide Gefäße in beiden Stadien), wohingegen sie im Stadium IIa für beide Gefäße angenommen wurde ($p_0=0.085$ für die ATP und $p_0=0,097$ für die ADP). Daraus ergab sich, daß der Einsatz des Pulsgenerators im Stadium IIb und III einen statistisch nachweisbaren Einfluß auf die gemessenen Werte hatte und diese damit verwertbar waren, die des Stadiums IIa hingegen nicht. Für die folgenden statistischen Untersuchungen der Korrelation der mit und ohne PDDM erhobenen Meßwerte bzw. deren Differenzen wurden daher die im Stadium IIa erkrankten Beine nicht berücksichtigt.

3.3 Statistische Korrelation

Die entscheidende Fragestellung betraf die statistische Sicherung eines Zusammenhanges zwischen den präoperativ durch Einsatz der PDDM bestimmten Differenzen für die Peak-Flow-Werte beider Fußarterien (Δ -Peak.ATP und Δ -Peak.ADP) und den postoperativ bzw. postinterventionell festgestellten Differenzen für die Dopplerverschlußdruckwerte (Δ -Dp.ATP und Δ -Dp.ADP). Zur Feststellung eines solchen Zusammen-

hanges wurde der Rangkorrelationskoeffizient für ordinalskalierte Merkmale nach *Spearman* angewandt. Dabei ergaben sich die folgenden Korrelationskoeffizienten:

Alle Stadien gesamt:

Korrelationskoeffizient

$$\Rightarrow \Delta\text{-Peak.ATP zu } \Delta\text{-Dp.ATP} \Rightarrow 0,3453 \text{ (p=0,001; n=67)}$$

$$\Rightarrow \Delta\text{-Peak.ADP zu } \Delta\text{-Dp.ADP} \Rightarrow 0,2516 \text{ (p=0,020; n=67)}$$

Für beide Wertepaare wurde die Nullhypothese verworfen, eine statistische Korrelation war nachweisbar.

Stadium IIb:

Korrelationskoeffizient

$$\Rightarrow \Delta\text{-Peak.ATP zu } \Delta\text{-Dp.ATP} \Rightarrow 0,2507 \text{ (p=0,079; n=50)}$$

$$\Rightarrow \Delta\text{-Peak.ADP zu } \Delta\text{-Dp.ADP} \Rightarrow 0,1878 \text{ (p=0,192; n=50)}$$

Für beide Wertepaare wurde die Nullhypothese angenommen, ein statistischer Zusammenhang war nicht nachweisbar.

Stadium III:

Korrelationskoeffizient:

$$\Rightarrow \Delta\text{-Peak.ATP zu } \Delta\text{-Dp.ATP} \Rightarrow 0,5466 \text{ (p=0,023; n=17)}$$

$$\Rightarrow \Delta\text{-Peak.ADP zu } \Delta\text{-Dp.ADP} \Rightarrow 0,1397 \text{ (p=0,593; n=17)}$$

Für die Korrelation $\Delta\text{-Peak.ATP zu } \Delta\text{-Dp.ATP}$ wird die Nullhypothese verworfen, hier ist eine Korrelation anzunehmen. Für $\Delta\text{-Peak.ADP zu } \Delta\text{-Dp.ADP}$ wird die Nullhypothese jedoch angenommen, ein statistischer Zusammenhang ist nicht nachweisbar.

Tabelle 13 zeigt die Korrelationskoeffizienten in der Übersicht.

	Gesamt		Stadium IIb		Stadium III	
	$\Delta\text{-Peak. ATP (Hz)}$	$\Delta\text{-Peak. ADP (Hz)}$	$\Delta\text{-Peak. ATP (Hz)}$	$\Delta\text{-Peak. ADP (Hz)}$	$\Delta\text{-Peak. ATP (Hz)}$	$\Delta\text{-Peak. ADP (Hz)}$
$\Delta\text{-Dp.ATP (mm Hg)}$	0,3453		0,2507		0,5466	
$\Delta\text{-Dp.ADP (mm Hg)}$		0,2516		0,1878		0,1397

Tab. 13: Korrelationskoeffizienten alle Stadien, Stadium IIb, III

3.4 Interpretation

Es bestand ein statistisch gesicherter Zusammenhang zwischen den Meßergebnissen für die maximalen arteriellen Flußgeschwindigkeiten gemessen über den Aa. tibialis posterior und dorsalis pedis mit und ohne Pulsgenerator. Die Vermutung, daß mittels schneller Kompression ein systolenartiger Impuls gesetzt werden kann, der duplexsonographisch darstellbar ist, konnte bestätigt werden.

Für die aufgezeichneten Steigungen der Dopplerdruckkurven als Maß für die Intensität des Geschwindigkeitsanstiegs des arteriellen Blutflusses mit und ohne PDDM konnte dieser Zusammenhang statistisch nicht nachgewiesen werden. Die Rate of Change erwies sich daher als Parameter für weitere Untersuchungen als nicht verwertbar.

Die Meßwerte wurden in ihrer Signifikanz nicht beeinflusst von der Lokalisation der Stenose oder des Verschlusses. Sowohl für Patienten mit als auch ohne Beteiligung der Unterschenkelektage konnte ein statistisch signifikanter Unterschied der mit und ohne PDDM festgestellten maximalen Peak Flows gesichert werden.

Demgegenüber hatte das Erkrankungsstadium der Patienten eine Auswirkung auf die Verwendbarkeit der Parameter. Für die Stadien IIb und III der pAVK konnte die Signifikanz der mit und ohne PDDM festgestellten unterschiedlichen Peak-Flow-Werte statistisch gesichert werden. Im Stadium IIa waren die Peak Flows nicht signifikant unterschiedlich. Hier mochte das insgesamt noch elastischere Gefäßsystem eine ursächliche Rolle gespielt haben. Denkbar ist, daß ein großer Teil des durch den Puls-generator erzeugten, orthograden Flußimpulses durch das noch relativ durchgängige Gefäßsystem retrograd nach zentral abgeleitet wurde. Ein Anhalt dafür könnte trotz statistischer Nichtverwertbarkeit die Rate of Change sein. Im Stadium IIa mit PDDM nahm die mittlere Steigung ab, wohingegen sie in den Stadien IIb und III zunahm. Dafür sprach auch der Anstieg der Werte für die mit PDDM gemessenen durchschnittlichen Peak Flows je Gruppe, die mit Zunahme des Erkrankungsstadiums anstiegen. Betrag der Anstieg im Stadium IIa mit PDDM noch ca. ein fünftel des Ausgangswertes, so kam es im Stadium IIb und III zu einer Zunahme auf mehr als das doppelte des Ausgangswertes.

Ein statistisch gesicherter Zusammenhang zwischen den präoperativ gemessenen Differenzen der mit und ohne PDDM ermittelten Dopplerdruckwerte für die

A. tibialis posterior und die A. dorsalis pedis und den postoperativ ermittelten Verschlußdopplerdrücken war für die Gesamtheit aller Fälle statistisch ableitbar. Die Korrelationen von 0,35 bzw. 0,25 für die Beine aller Erkrankungsstadien zusammen betrachtet waren allerdings zu klein, um in der Praxis von relevanter Aussagekraft zu sein. Das gleiche galt für den errechneten Zusammenhang bei isolierter Betrachtung der Stadien. Eine Korrelation für das Stadium IIb von 0,2507 bzw. 0,1878 und von 0,5466 bzw. 0,1397 für das Stadium III nach *Fontaine* war statistisch nachweisbar, aufgrund der kleinen Korrelationskoeffizienten aber zu gering, um sichere Rückschlüsse auf die postoperativ zu erzielenden Perfusionsdrücke ziehen zu können.