

5 Ergebnisse

5.1 Überprüfung der Reproduzierbarkeit der Systeme

Das **Cadiax III-System** hatte für den sagittalen Kondylenbahnwinkel rechts und links gute **Variabilitätskoeffizienten** (2,1% bzw. 1,5%) und für den Bennettwinkel rechts und links mittlere Variabilitätskoeffizienten (9,4% bzw. 18%).

Der **Condylograph** hatte für den sagittalen Kondylenbahnwinkel rechts und links gute **Variabilitätskoeffizienten** (1,6%) und für den Bennettwinkel rechts und links mittlere Variabilitätskoeffizienten (20,3% bzw. 19%).

Das **Jaw Motion Analysis** hatte für den sagittalen Kondylenbahnwinkel rechts und links gute **Variabilitätskoeffizienten** (3,6%) und für den Bennettwinkel rechts und links mittlere Variabilitätskoeffizienten (11,5% bzw. 11,3%).

Das **Cadiax III-System** hatte in dem **Mittelwert der Messwertabweichungen** aller möglichen Meßwertpaare aller Messungen mit dem **Cadiax III-System** untereinander für den sagittalen Kondylenbahnwinkel rechts und links geringe Abweichungen ($0,67^\circ \pm 0,61^\circ$ bzw. $1,12^\circ \pm 0,86^\circ$) und für den Bennettwinkel rechts und links ebenfalls geringe Abweichungen ($1,14^\circ \pm 0,75^\circ$ bzw. $0,61^\circ \pm 0,48^\circ$).

Der **Condylograph** hatte in dem **Mittelwert der Messwertabweichungen** aller möglichen Meßwertpaare aller Messungen mit dem **Condylographen** untereinander für den sagittalen Kondylenbahnwinkel rechts und links geringe Abweichungen ($0,74^\circ \pm 0,81^\circ$ bzw. $0,85^\circ \pm 0,66^\circ$) und für den Bennettwinkel

rechts und links ebenfalls geringe Abweichungen ($0,76^\circ \pm 0,84^\circ$ bzw. $0,27^\circ \pm 0,46^\circ$).

Das **Jaw Motion Analysis** hatte in dem **Mittelwert der Messwertabweichungen** aller möglichen Meßwertpaare aller Messungen mit dem **Jaw Motion Analysis** untereinander für den sagittalen Kondylenbahnwinkel rechts und links leichte Abweichungen ($2,15^\circ \pm 1,43^\circ$ bzw. $2,01^\circ \pm 1,03^\circ$) und für den Bennettwinkel rechts und links ebenfalls leichte Abweichungen ($1,77^\circ \pm 1,03^\circ$ bzw. $1,55^\circ \pm 1,1^\circ$).

Alle drei Systeme wiesen eine gute bis sehr gute Reliabilität für die Werte der sagittalen Kondylenbahnneigung und des Bennettwinkels auf.

Aufgrund der vorliegenden guten Reliabilität der Systeme war auszuschließen, dass Auffälligkeiten und Abweichungen der Hauptversuche auf systembedingte schlechte Reliabilitäten zurückzuführen waren.

5.1.1 CADIAX III –System

Es wurden 15 Protrusionsbewegungen zur Bestimmung der Gelenkbahnneigung rechts und links durchgeführt.

Am gleichen Probanden wurden anschließend 15 Mediotrusionsbewegungen zur Bestimmung des Bennettwinkels jeweils rechts und links durchgeführt.

Reproduzierbarkeit aus n=15	Cad SKN li	Cad SKN re	Cad Ben li	Cad Ben re
Minimum	42	45	2	7
Maximum	44	48	4	9
Percentile 25	42	46	3	7
Median	43	47	3	8
Percentile 75	43	48	4	8
Mean	42,87	47	3,27	7,67
Std Deviation	0,64	1	0,59	0,72
Varib.koeff.	1,50%	2,10%	18%	9,40%
Abweichung-Mean +/- Std Deviat	0,67 ± 0,61	1,12 ± 0,86	0,61 ± 0,48	1,14 ± 0,75

Tabelle 1: Reproduzierbarkeit des **Cadiax III-Systems**

Alle Werte in Grad

Cad.: CADIAX III-System **Cad SKN li:** SKN (sagittaler Kondylenbahnwinkel) links, Cadiax III gemessen **Cad SKN re:** SKN (sagittaler Kondylenbahnwinkel) rechts, Cadiax III gemessen **Cad Ben re:** Bennettwinkel rechts, Cadiax III gemessen **Cad Ben li:** Bennettwinkel links, Cadiax III gemessen

Die Messwerte für die SKN links variierten maximal um 2 Grad (Mittelwert $0,67 \pm 0,61$), für die SKN rechts um maximal 3 Grad (Mittelwert $1,12 \pm 0,86$), für den Bennettwinkel links um maximal 2 Grad (Mittelwert $0,61 \pm 0,48$) und für den Bennettwinkel rechts um maximal 2 Grad (Mittelwert $1,14 \pm 0,75$). Es lag eine gute bis sehr gute Reliabilität vor.

5.1.2 Condylograph – System

Es wurden 15 Protrusionsbewegungen zur Bestimmung der Gelenkbahnneigung rechts und links durchgeführt.

Am gleichen Probanden wurden anschließend 15 Mediotrusionsbewegungen zur Bestimmung des Bennettwinkels jeweils rechts und links durchgeführt.

Reproduzierbarkeit aus n=15	Con SKN li	Con SKN re	Con Ben li	Con Ben re
Minimum	46	47	1	2
Maximum	48	50	3	5
Percentile 25	46	47	2	3
Median	47	48	2	4
Percentile 75	48	48	2	4
Mean	47	47,8	2	3,8
Std Deviation	0,76	0,77	0,38	0,77
Varib.koeff.	1,60%	1,60%	19%	20,30%
Abweichung-Mean +/- Std Deviat	0,85± 0,66	0,74± 0,81	0,27± 0,46	0,76± 0,84

Tabelle 2: Reproduzierbarkeit des **Condylograph - Systems**

Alle Werte in Grad

Cond.: Condylograph **Con SKN li:** SKN (sagittaler Kondylenbahnwinkel) links, Condylograph gemessen **Con SKN re:** SKN (sagittaler Kondylenbahnwinkel) rechts, Condylograph gemessen **Con Ben re:** Bennettwinkel rechts, Condylograph gemessen **Con Ben li:** Bennettwinkel links, Condylograph gemessen

Die Messwerte für die SKN links variierten maximal um 2 Grad (Mittelwert 0,85± 0,66), für die SKN rechts um maximal 3 Grad (Mittelwert 0,74± 0,81), für den Bennettwinkel links um maximal 2 Grad (Mittelwert 0,27± 0,46) und für den Bennettwinkel rechts um maximal 2 Grad (Mittelwert 0,76± 0,84). Es lag eine gute bis sehr gute Reliabilität vor.

5.1.3 Jaw Motion Analysis System

Es wurden 15 Protrusionsbewegungen zur Bestimmung der Gelenkbahnneigung rechts und links durchgeführt.

Am gleichen Probanden wurden anschließend 15 Mediotrusionsbewegungen zur Bestimmung des Bennettwinkels jeweils rechts und links durchgeführt.

Reproduzierbarkeit aus n=15	JMA SKN li	JMA SKN re	JMA Ben li	JMA Ben re
Minimum	42	46	10	8
Maximum	48	52	14	12
Percentile 25	44	48	10	9
Median	45	49	12	10
Percentile 75	47	51	13	10
Mean	45,33	49,47	11,73	9,67
Std Deviation	1,63	1,77	1,33	1,11
Varib.koeff.	3,60%	3,60%	11,30%	11,50%
Abweichung-Mean +/- Std Deviat	2,01± 1,03	2,15 ± 1.43	1,55 ± 1,1	1,77 ± 1,03

Tabelle 3: Reproduzierbarkeit des **Jaw Motion Analysis**

Alle Werte in Grad

JMA :Jaw Motion Analysis **JMA SKN li** : SKN (sagittaler Kondylenbahnwinkel) links, JMA gemessen **JMA SKN re**: SKN (sagittaler Kondylenbahnwinkel) rechts, JMA gemessen **JMA Ben re**: Bennettwinkel rechts, JMA gemessen **JMA Ben li**: Bennettwinkel links, JMA gemessen

Die Messwerte für die SKN links variierten maximal um 2 Grad (Mittelwert 2,01± 1,03), für die SKN rechts um maximal 6 Grad (Mittelwert 2,15 ± 1.43), für den Bennettwinkel links um maximal 4 Grad (Mittelwert 1,55 ± 1,1) und für den

Bennettwinkel rechts um maximal 4 Grad (Mittelwert $1,77 \pm 1,03$). Es lag eine gute bis sehr gute Reliabilität vor.

5.2 Ergebnisse der Messungen der einzelnen Systeme an 32 Patienten

Mit jedem System wurden 32 Patienten untersucht. Es wurden Protrusionsbewegungen zur Bestimmung der Gelenkbahnneigung jeweils rechts und links und Mediotrusionsbewegungen zur Bestimmung des Bennettwinkels jeweils rechts und links jeweils bei den 32 Patienten durchgeführt. Die isolierte Betrachtung der Ergebnisse der einzelnen Systeme dient in erster Linie der Ermittlung des Mittelwertes des jeweiligen Parameters, der in die Ermittlung des Pearsonschen Korrelationskoeffizienten für den Systemvergleich einfließt, lässt aber auch die Streuung der Messwerte der Parameter innerhalb der 32 Patienten durch das einzelne System erkennen.

5.2.1 CADIAX III –System

Es wurden 32 Protrusionsbewegungen zur Bestimmung der Gelenkbahnneigung jeweils rechts und links durchgeführt und 32 Mediotrusionsbewegungen zur Bestimmung des Bennettwinkels jeweils rechts und links.

n = 32	Cad SKN li	Cad SKN re	Cad Ben re	Cad Ben li
Minimum	30	36	-1	-6
Maximum	63	66	36	26
Percentile 25	45	48	3	3,25
Median	48	53	7,5	7
Percentile 75	53,75	58	16,75	11
Mean	48,94	52,69	10,94	7,31
Std Deviation	7,87	6,82	10,94	6,46

Tabelle 4: Ergebnisse der Messungen mit dem **Cadiax III-System**

Alle Werte in Grad

Cad.: CADIAX III-System **Cad SKN li:** SKN (sagittaler Kondylenbahnwinkel) links, Cadiax III gemessen **Cad SKN re:** SKN (sagittaler Kondylenbahnwinkel) rechts, Cadiax III gemessen **Cad Ben re:** Bennettwinkel rechts, Cadiax III gemessen **Cad Ben li:** Bennettwinkel links, Cadiax III gemessen

Die Messwerte für die SKN links variierten maximal um 33 Grad, für die SKN rechts um maximal 30 Grad, für den Bennettwinkel links um maximal 37 Grad und für den Bennettwinkel rechts um maximal 32 Grad. Es lag eine breite Streuung der Einzelmesswerte vor.

5.2.2 Condylograph

Es wurden 32 Protrusionsbewegungen zur Bestimmung der Gelenkbahnneigung jeweils rechts und links durchgeführt und 32 Mediotrusionsbewegungen zur Bestimmung des Bennettwinkels jeweils rechts und links.

n = 32	Con SKN li	Con SKN re	Con Ben re	Con Ben li
Minimum	26	32	-2	-2
Maximum	66	66	14	14
Percentile 25	44,25	48	1	2
Median	49	53	3	4
Percentile 75	53	58	8	6
Mean	48,63	52,69	4,69	4,16
Std Deviation	8,83	6,82	4,53	3,84

Tabelle 5. Ergebnisse der Messungen mit dem **Condylograph – System**

Alle Werte in Grad

Cond.: Condylograph **Con SKN li:** SKN (sagittaler Kondylenbahnwinkel) links, Condylograph gemessen **Con SKN re:** SKN (sagittaler Kondylenbahnwinkel) rechts, Condylograph gemessen **Con Ben re:** Bennettwinkel rechts, Condylograph gemessen **Con Ben li:** Bennettwinkel links, Condylograph gemessen

Die Messwerte für die SKN links variierten maximal um 40 Grad, für die SKN rechts um maximal 34 Grad, für den Bennettwinkel links um maximal 16 Grad und für den Bennettwinkel rechts um maximal 16 Grad. Es lag eine breite Streuung der Einzelmesswerte vor. Die Bennettwinkel variierten nicht so stark wie die entsprechenden Messungen mit dem **Cadiax III-System**, was auf die Trägheit des mechanischen Schreibsystems zurückführbar sein könnte.

5.2.3 Jaw Motion Analysis

Es wurden 32 Protrusionsbewegungen zur Bestimmung der Gelenkbahnneigung jeweils rechts und links durchgeführt und 32 Mediotrusionsbewegungen zur Bestimmung des Bennettwinkels jeweils rechts und links.

n = 32	JMA SKN li	JMA SKN re	JMA Ben re	JMA Ben li
Minimum	29	25	-3	-6
Maximum	63	63	28	21
Percentile 25	38,25	41,5	4,5	4
Median	44	50,5	10	8
Percentile 75	51,75	57	14,75	13
Mean	45,09	49,38	10,53	8,44
Std Deviation	8,43	9,23	7,91	6,16

Tabelle 6: Ergebnisse der Messungen mit dem **Jaw Motion Analysis**

Alle Werte in Grad

JMA :Jaw Motion Analysis **JMA SKN li** : SKN (sagittaler Kondylenbahnwinkel) links, JMA gemessen **JMA SKN re**: SKN (sagittaler Kondylenbahnwinkel) rechts, JMA gemessen **JMA Ben re**: Bennettwinkel rechts, JMA gemessen **JMA Ben li**: Bennettwinkel links, JMA gemessen

Die Messwerte für die SKN links variierten maximal um 34 Grad, für die SKN rechts um maximal 38 Grad, für den Bennettwinkel links um maximal 31 Grad und für den Bennettwinkel rechts um maximal 27 Grad. Es lag eine breite Streuung der Einzelmesswerte vor. Die bennettwinkel erfuhren eine ähnlich starke Variierung der Messwerte wie das zweite elektronische Meßsystem, das **Cadiax III-System**.

5.3 Ergebnisse des Systemvergleichs der Messungen an 32 Patienten

Das **Cadiax III-System** korrelierte mit dem **Condylographen** in den Werten für den sagittalen Kondylenbahnwinkel rechts und links sehr gut (0,89 bzw. 0,91), in den Werten für den Bennettwinkel rechts und links nur mittel (0,45 bzw. 0,59).

Das **Cadiax III-System** korrelierte mit dem **Jaw Motion Analysis** in den Werten für den sagittalen Kondylenbahnwinkel rechts und links gut (0,62 bzw. 0,63), in den Werten für den Bennettwinkel rechts nur mittel (0,53) und links besteht auffällig keine Korrelation (0,04). Die Korrelationen waren weniger übereinstimmend als der Vergleich Cadiax III und Condylograph.

Der **Condylograph** korrelierte mit dem **Jaw Motion Analysis** in den Werten für den sagittalen Kondylenbahnwinkel rechts und links gut (0,63 bzw. 0,7), in den Werten für den Bennettwinkel rechts nur mittel (0,45) und links bestand nur eine schwache Korrelation (0,19). Die Korrelationen waren weniger übereinstimmend als der Vergleich Cadiax III und Condylograph und ähnlich übereinstimmend wie der Vergleich Cadiax III und Jaw Motion Analysis.

Das **Cadiax III-System** und der **Condylograph** lagen in den **Mittelwerten der Abweichungen** für den sagittalen Kondylenbahnwinkel rechts und links bei $2,91 \pm 2,06$ Grad bzw $2,47 \pm 2,4$ Grad und für den Bennettwinkel rechts und links deutlich höher bei $6,63 \pm 6,52$ Grad bzw. $3,97 \pm 3,29$ Grad.

Das **Cadiax III-System** und das **Jaw Motion Analysis** liegen in den **Mittelwerten der Abweichungen** für den sagittalen Kondylenbahnwinkel rechts und links bei $5,19 \pm 5,5$ Grad bzw. $6,31 \pm 5,45$ Grad und für den Bennettwinkel rechts und links bei $6,94 \pm 6,44$ Grad bzw. $5,91 \pm 4,34$ Grad. Die Werte wichen somit stärker ab als der Vergleich Cadiax III und Condylograph.

Der **Condylograph** und das **Jaw Motion Analysis** lagen in den **Mittelwerten der Abweichungen** für den sagittalen Kondylenbahnwinkel rechts und links bei 5,7

+/-5,43 Grad bzw. 6,78 +/- 4,35 Grad und für den Bennettwinkel rechts und links bei 6,78 +/- 4,35 Grad bzw. 5,78 +/- 4,35 Grad. Die Werte wichen ähnlich stark ab wie der Vergleich Cadiax III und Jaw Motion Analysis und stärker als der Vergleich Cadiax III und Condylograph.

Die **Streudiagramme der Korrelation** zwischen den Messwerten für die linke und rechte SKN bzw. den linken und rechten Bennettwinkel bestätigen grafisch die Werte des Korrelationsverhaltens und sind **im Anhang** dargestellt.

5.3.1 CADIAX III und Condylograph

Es wurden jeweils 32 Protrusionsbewegungen zur Bestimmung der Gelenkbahnneigung jeweils rechts und links und jeweils 32 Mediotrusionsbewegungen zur Bestimmung des Bennettwinkels jeweils rechts und links mit beiden Systemen durchgeführt.

Cadcon n = 32	SKN li	SKN re	Ben re	Ben li
IKK	0,91	0,89	0,45	0,59
Pearson	0,912	0,916	0,819	0,788
Abweichung Mean+/- Std Deviation	2,47 +/- 2,4	2,91 +/- 2,06	6,63 +/- 6,52	3,97 +/- 3,29
Abweichung Minimum	0	0	0	1
Abweichung Maximum	14	7	21	16
Abweichung Percentile 25	1	1	1	2
Abweichung Median	2	3	4	3
Abweichung Percentile 75	4	5	10	6

Tabelle 7: Systemvergleich **Cadiax III-System** und **Condylograph - System**

IKK und Pearson als Maßzahl, alle anderen Werte in Grad

Cadcon: Vergleich Cadiax III / Condylograph **SKN li:** SKN (sagittaler Kondylenbahnwinkel) links **SKN re:** SKN (sagittaler Kondylenbahnwinkel) rechts **Ben re:** Bennettwinkel rechts **Ben li:** Bennettwinkel links **IKK:** Intraklassenkorrelationskoeffizient

Die Abweichungen für die SKN links variierten zwischen 0 und 14 Grad, für die SKN rechts zwischen 0 und 7 Grad, für den Bennettwinkel rechts zwischen 0 und 21 Grad und für den Bennettwinkel links zwischen 1 und 16 Grad. Besonders die Abweichungen für die Bennettwinkel waren z.T. sehr groß und den Mittelwert stark beeinflussend, so dass die mittelwertige Abweichung für den Bennettwinkel rechts bei 6,63 +/- 6,52 Grad und für links 3,97 +/- 3,29 Grad betrug. Die Mittelwerte für die Abweichungen für die SKN rechts und links hingegen waren gering und entsprachen einer guten Korrelation.

5.3.2 CADIAX III und Jaw Motion Analysis

Es wurden jeweils 32 Protrusionsbewegungen zur Bestimmung der Gelenkbahnneigung jeweils rechts und links und jeweils 32 Mediotrusionsbewegungen zur Bestimmung des Bennettwinkels jeweils rechts und links mit beiden Systemen durchgeführt.

CadJMA n= 32	SKN li	SKN re	Ben re	Ben li
IKK	0,63	0,62	0,53	0,04
Pearson	0,697	0,707	0,561	0,36
Abweichung Mean+/- Std Deviation	6,31 +/- 5,45	5,19 +/- 5,5	6,94 +/- 6,44	5,91 +/- 4,34
Abweichung Minimum	0	0	0	0
Abweichung Maximum	22	20	26	15
Abweichung Percentile 25	3	2	2	3
Abweichung Median	5	3	4	6
Abweichung Percentile 75	10	6	11	8

Tabelle 8: Systemvergleich **Cadiax III-System** und **Jaw Motion Analysis**

IKK und Pearson als Maßzahl, alle anderen Werte in Grad

CadJMA: Vergleich Cadiax III / Jaw Motion Analysis

Die Abweichungen für die SKN links variierten zwischen 0 und 22 Grad, für die SKN rechts zwischen 0 und 20 Grad, für den Bennettwinkel rechts zwischen 0 und 26 Grad und für den Bennettwinkel links zwischen 0 und 15 Grad. Bei den Messwerten für die SKN waren große Abweichungen festzustellen. Die mittelwertige Abweichung für die SKN fiel daher entsprechend höher als zwischen **Cadiax III-System** und **Condylgraph – System** aus. (6,31 +/- 5,45

Grad für die linke SKN und 5,19 +/- 5,5 Grad für die rechte SKN) Die Abweichungen für die Bennettwinkel waren bedeutend und z.T. in der absoluten Zahl größer als die maximale Abweichung der SKN-Werte. Bezogen auf die üblicherweise kleineren Bennettwinkelwerte im Vergleich zu den SKN-Werten waren die maximalen Bennettabweichungen besonders groß. (Bis zu 26 Grad) Der Mittelwert der Abweichungen beider Bennettwinkel war daher auch absolut größer als die Mittelwerte der SKN-Werte. (6,94 +/- 6,44 Grad für den rechten Bennettwinkel und 5,91 +/- 4,34 Grad für den linken Bennettwinkel).

5.3.3 Condylograph und Jaw Motion Analysis

Es wurden jeweils 32 Protrusionsbewegungen zur Bestimmung der Gelenkbahnneigung jeweils rechts und links und jeweils 32 Mediotrusionsbewegungen zur Bestimmung des Bennettwinkels jeweils rechts und links mit beiden Systemen durchgeführt.

ConJMA n = 32	SKN li	SKN re	Ben re	Ben li
IKK	0,7	0,63	0,45	0,19
Pearson	0,754	0,699	0,591	0,28
Abweichung Mean+/- Std Deviation	6,78 +/- 4,35	5,7 +/- 5,43	6,78 +/- 6,2	5,78 +/- 3,96
Abweichung Minimum	0	0	0	0
Abweichung Maximum	15	20	21	14
Abweichung Percentile 25	3	1	3	3
Abweichung Median	6	4	5	7
Abweichung Percentile 75	12	8	10	10

Tabelle 9: Systemvergleich **Condylograph – System** und **Jaw Motion Analysis**

IKK und Pearson als Maßzahl, alle anderen Werte in Grad

ConJMA: Vergleich Condylograph / Jaw Motion Analys)

Die Abweichungen für die SKN links variierten zwischen 0 und 15 Grad, für die SKN rechts zwischen 0 und 20 Grad, für den Bennettwinkel rechts zwischen 0 und 21 Grad und für den Bennettwinkel links zwischen 0 und 14 Grad. Bei den Messwerten für die SKN waren große Abweichungen festzustellen. Die mittelwertige Abweichung für die SKN ($6,78 \pm 4,35$ Grad für die linke SKN und $5,7 \pm 5,43$ Grad für die rechte SKN) fiel daher entsprechend höher als zwischen **Cadiax III-System** und **Condylograph – System** aus und ähnlich hoch wie zwischen dem **Cadiax III-System** und **Jaw Motion Analysis**. Die Abweichungen für die Bennettwinkel waren ähnlich bedeutend wie beim Vergleich zwischen dem **Cadiax III-System** und dem **Jaw Motion Analysis** und z.T. in der absoluten Zahl größer als die maximale Abweichung der SKN-Werte. Bezogen auf die üblicherweise kleineren Bennettwinkelwerte im Vergleich zu den SKN-Werten waren die maximalen Bennettaabweichungen besonders groß. (Bis zu 21 Grad) Der Mittelwert der Abweichungen beider Bennettwinkel war daher auch absolut größer als die Mittelwerte der SKN-Werte. ($6,78 \pm 6,2$ Grad für den rechten Bennettwinkel und $5,78 \pm 3,96$ Grad für den linken Bennettwinkel).

s