

3 Ergebnisse

In diese klinische Studie wurden insgesamt 20 männliche und 5 weibliche Patienten im Alter von 52 bis 76 Jahren (Mittelwert $63,4 \pm 7,2$ Jahre) mit einem Körpergewicht von 58 bis 105 kg (Mittelwert $78,4 \pm 11,9$ kg) eingeschlossen.

Alle Patienten hatten eine echokardiografisch bzw. lävografisch nachgewiesene Einschränkung der Ventrikelfunktion mit einer linksventrikulären Ejektionsfraktion (EF) von unter 40%.

Für jeden Patienten wurde nach Thoraxeröffnung, nach Ende des kardio-pulmonalen Bypasses, sowie nach dem Thoraxverschluss jeweils HZV-Werte mit den drei verschiedenen HZV-Messmethoden erhoben (BCO, CCO, LiDCO). Alle gemessenen Daten wurden in die Berechnungen einbezogen. Der Bereich der hier gemessenen Herzzeitvolumina erstreckte sich von 3,5 bis $9,6 \text{ l} \cdot \text{min}^{-1}$ (Mittelwert $5,8 \text{ l} \cdot \text{min}^{-1} \pm 1,4 \text{ l} \cdot \text{min}^{-1}$).

Die Beobachtungszeiträume schlossen Phasen signifikanter Blutdruckschwankungen oder rascher Volumengabe aus.

Einen ausführlichen Überblick über die Ergebnisse der statistischen Analyse für alle Messzeitpunkte gibt Tabelle 4 auf Seite 51.

3.1 Vergleich von Bolusthermodilution (BCO) und LiDCO

3.1.1 Messzeitpunkt 1 – vor kardiopulmonalem Bypass

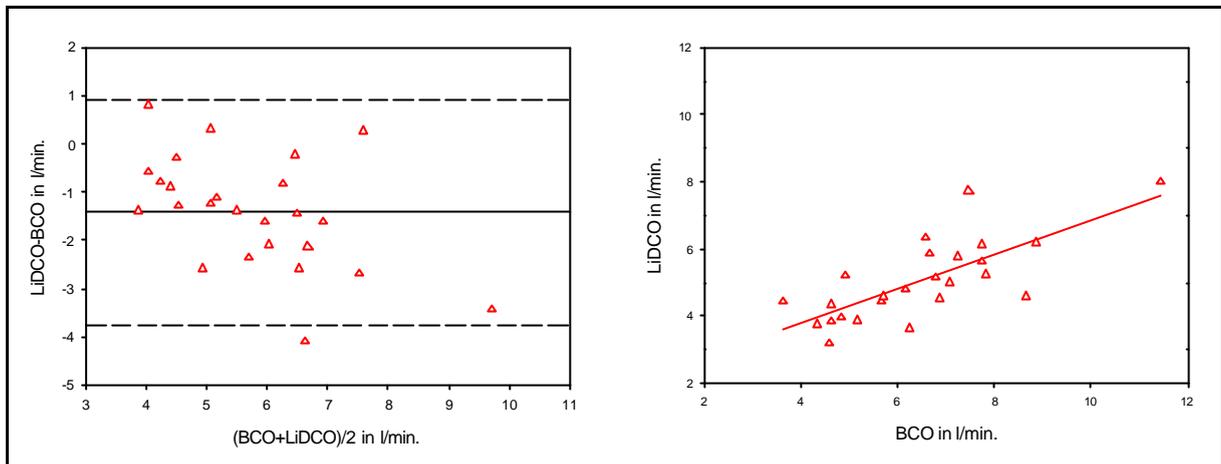


Abbildung 8: Vergleich LiDCO vs. BCO - Zeitpunkt 1

Zum Messzeitpunkt 1 ermittelte die Bolusthermodilution Werte von 3,6 bis 11,4 $\text{l} \cdot \text{min}^{-1}$ (Mittelwert $6,5 \text{ l} \cdot \text{min}^{-1} \pm 1,8 \text{ l} \cdot \text{min}^{-1}$), LiDCO ermittelte HZV-Werte von 3,2 bis 8,0 $\text{l} \cdot \text{min}^{-1}$ (Mittelwert $5,0 \text{ l} \cdot \text{min}^{-1} \pm 1,2 \text{ l} \cdot \text{min}^{-1}$)

Die Gleichung der Regressionsgeraden lautet $\text{LiDCO} = 0,51 \times \text{BCO} + 1,73$ mit einem Korrelationskoeffizienten $r=0,75$ ($r^2=0,56$).

Der Bias ($\text{LiDCO} - \text{BCO}$) wurde mit $-1,41 \text{ l} \cdot \text{min}^{-1}$ ermittelt, die „precision“ betrug $\pm 2,34 \text{ l} \cdot \text{min}^{-1}$

3.1.2 Messzeitpunkt 2 – nach kardiopulmonalem Bypass

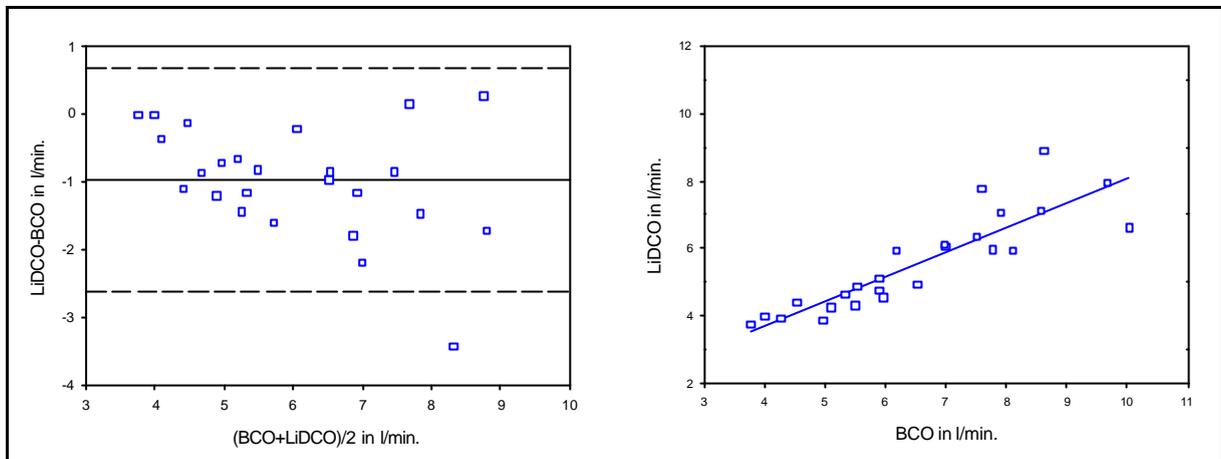


Abbildung 9: Vergleich LiDCO vs. BCO - Zeitpunkt 2

Zum Messzeitpunkt 2 ermittelte die Bolusthermodilution Werte von 3,8 bis 10,0 $\text{l} \cdot \text{min}^{-1}$ (Mittelwert $6,5 \text{ l} \cdot \text{min}^{-1} \pm 1,7 \text{ l} \cdot \text{min}^{-1}$), LiDCO ermittelte HZV-Werte von 3,8 bis 8,9 $\text{l} \cdot \text{min}^{-1}$ (Mittelwert $5,6 \text{ l} \cdot \text{min}^{-1} \pm 1,4 \text{ l} \cdot \text{min}^{-1}$)

Die Gleichung der Regressionsgeraden lautet $\text{LiDCO} = 0,73 \times \text{BCO} + 0,80$ mit einem Korrelationskoeffizienten $r = 0,88$ ($r^2 = 0,78$).

Der Bias ($\text{LiDCO} - \text{BCO}$) wurde mit $-0,98 \text{ l} \cdot \text{min}^{-1}$ ermittelt, die „precision“ betrug $\pm 1,64 \text{ l} \cdot \text{min}^{-1}$

3.1.3 Messzeitpunkt 3 – nach Thoraxverschluss

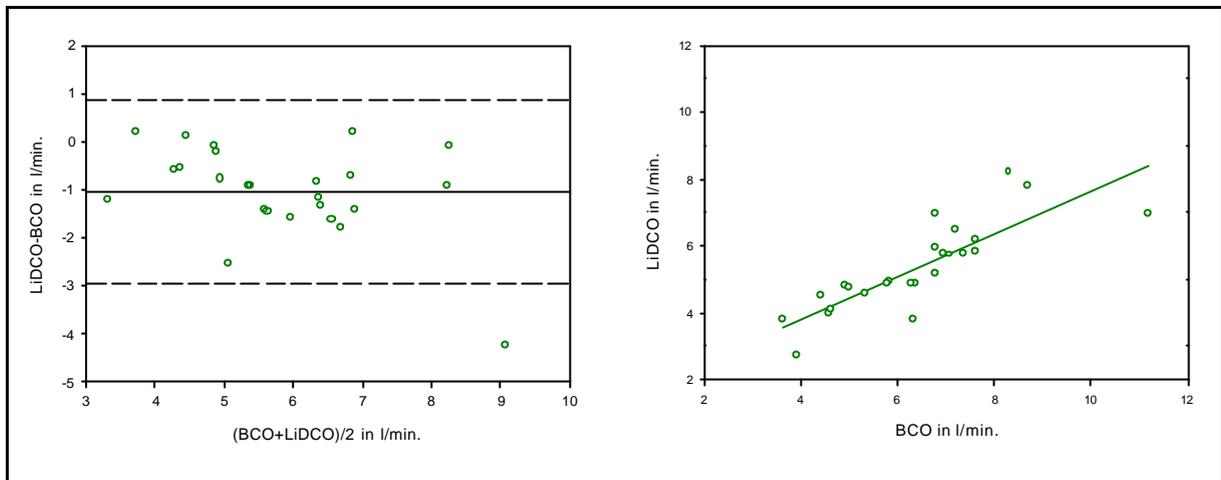


Abbildung 10: Vergleich LiDCO vs. BCO - Zeitpunkt 3

Zum Messzeitpunkt 3 ermittelte die Bolusthermodilution Werte von 3,6 bis 11,2 $\text{l} \cdot \text{min}^{-1}$ (Mittelwert $6,4 \text{ l} \cdot \text{min}^{-1} \pm 1,7 \text{ l} \cdot \text{min}^{-1}$), LiDCO ermittelte HZV-Werte von 2,7 bis 8,2 $\text{l} \cdot \text{min}^{-1}$ (Mittelwert $5,3 \text{ l} \cdot \text{min}^{-1} \pm 1,3 \text{ l} \cdot \text{min}^{-1}$)

Die Gleichung der Regressionsgeraden lautet $\text{LiDCO} = 0,64 \times \text{BCO} + 1,27$ mit einem Korrelationskoeffizienten $r=0,82$ ($r^2=0,68$).

der Bias ($\text{CCO} - \text{BCO}$) wurde mit $-1,04 \text{ l} \cdot \text{min}^{-1}$ ermittelt, die „precision“ betrug $\pm 1,91 \text{ l} \cdot \text{min}^{-1}$

3.1.4 Alle Messzeitpunkte

Die Bolusthermodilution ermittelte Werte im Bereich von 3,6 bis 11,4 l·min.⁻¹ (Mittelwert 6,5 l·min.⁻¹ ± 1,7 l·min.⁻¹), die Werte der LiDCO-Messungen reichten von 2,7 l·min.⁻¹ bis 8,9 l·min.⁻¹ (Mittelwert 5,3 l·min.⁻¹ ± 1,3 l·min.⁻¹).

Die Korrelation zwischen BCO und LiDCO betrug $r=0,81$ ($p<0,01$), der Mittelwert der Differenzen (LiDCO-BCO) $-1,14$ l·min.⁻¹ (entsprechend 19,2%) und die precision 1,99 l·min.⁻¹. Die Regressionsgeraden und die Bland-Altman-Analyse für alle drei Messzeitpunkte sind in Abbildung 11 dargestellt.

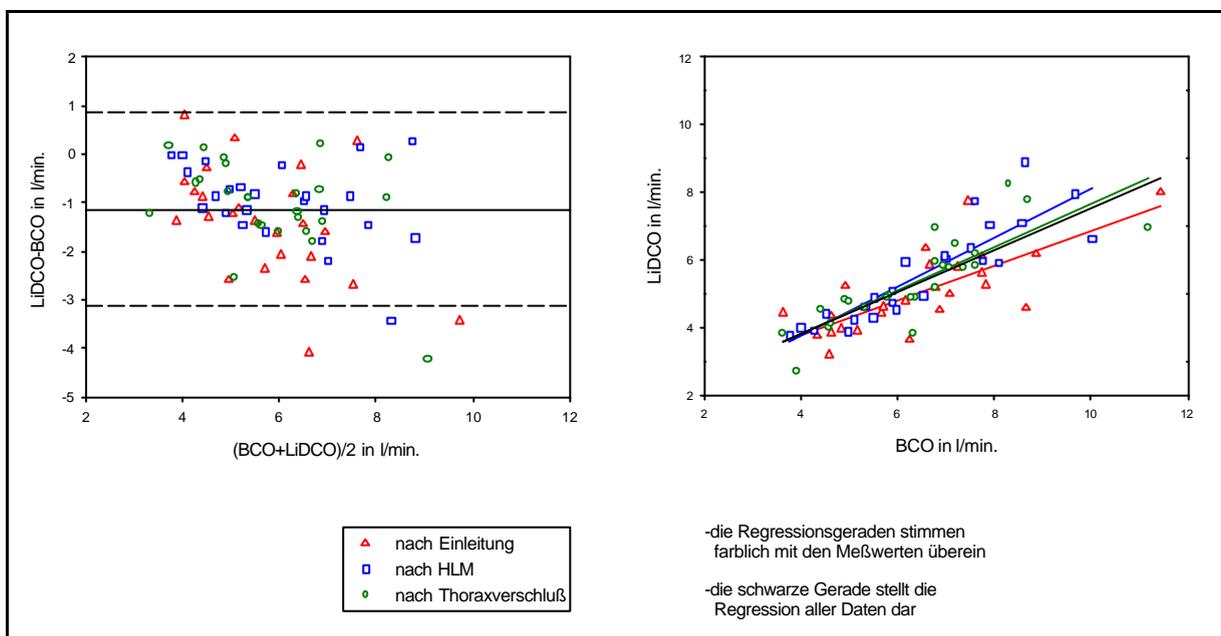


Abbildung 11: Vergleich LiDCO vs. BCO

3.2 Vergleich von kontinuierlicher Thermodilution (CCO) und LiDCO

3.2.1 Messzeitpunkt 1 – vor kardiopulmonalem Bypass

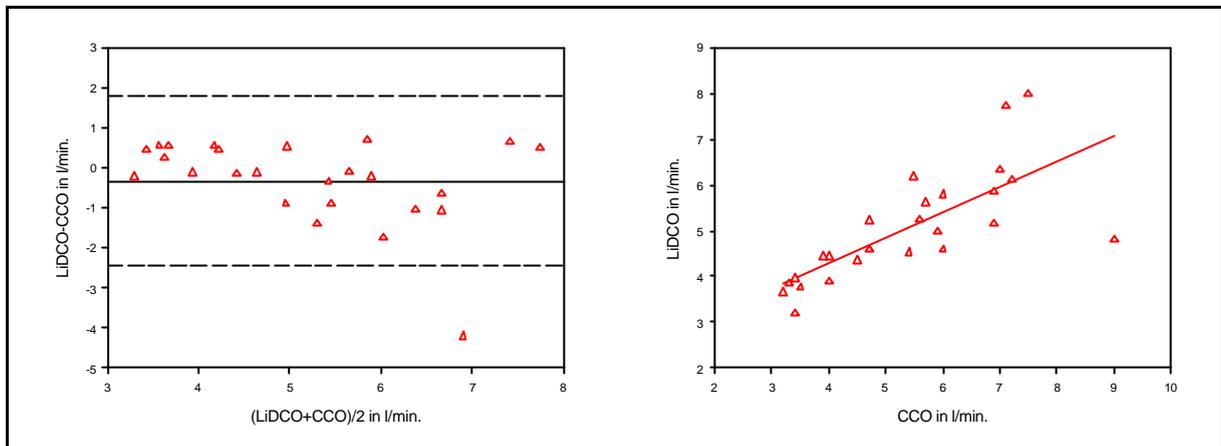


Abbildung 12: Vergleich LiDCO vs. CCO - Zeitpunkt 1

Zum Messzeitpunkt 1 ermittelte die kontinuierliche Thermodilution Werte von 3,2 bis 9,0 l·min.⁻¹ (Mittelwert 5,4 l·min.⁻¹ ±1,6 l·min.⁻¹), LiDCO ermittelte HZV-Werte von 3,2 bis 8,0 l·min.⁻¹ (Mittelwert 5,0 l·min.⁻¹ ±1,2 l·min.⁻¹)

Die Gleichung der Regressionsgeraden lautet $\text{LiDCO} = 0,56 \times \text{CCO} + 2,03$ mit einem Korrelationskoeffizienten $r = 0,74$ ($r^2 = 0,55$).

Der Bias ($\text{LiDCO} - \text{CCO}$) wurde mit $-0,33$ l·min.⁻¹ ermittelt, die „precision“ betrug $\pm 2,14$ l·min.⁻¹

3.2.2 Messzeitpunkt 2 – nach kardiopulmonalem Bypass

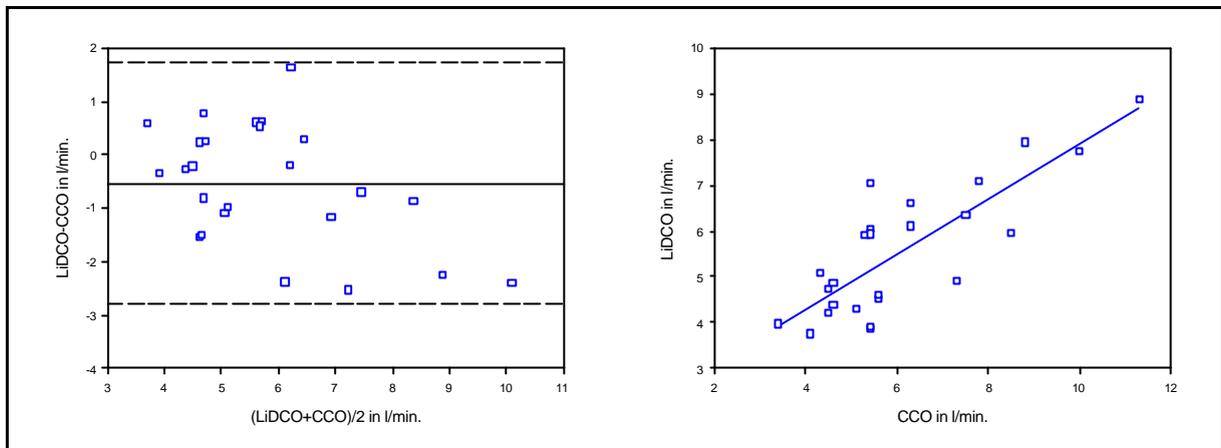


Abbildung 13: Vergleich LiDCO vs. CCO - Zeitpunkt 2

Zum Messzeitpunkt 2 ermittelte die kontinuierliche Thermodilution Werte von 3,4 bis 11,3 l·min.⁻¹ (Mittelwert 6,1 l·min.⁻¹ ±1,9 l·min.⁻¹), LiDCO ermittelte HZV-Werte von 3,8 bis 8,9 l·min.⁻¹ (Mittelwert 5,5 l·min.⁻¹ ±1,4 l·min.⁻¹)

Die Gleichung der Regressionsgeraden lautet $\text{LiDCO} = 0,60 \times \text{CCO} + 1,89$ mit einem Korrelationskoeffizienten $r=0,82$ ($r^2=0,67$).

Der Bias ($\text{LiDCO} - \text{CCO}$) wurde mit $-0,55$ l·min.⁻¹ ermittelt, die „precision“ betrug $\pm 2,26$ l·min.⁻¹

3.2.3 Messzeitpunkt 3 – nach Thoraxverschluss

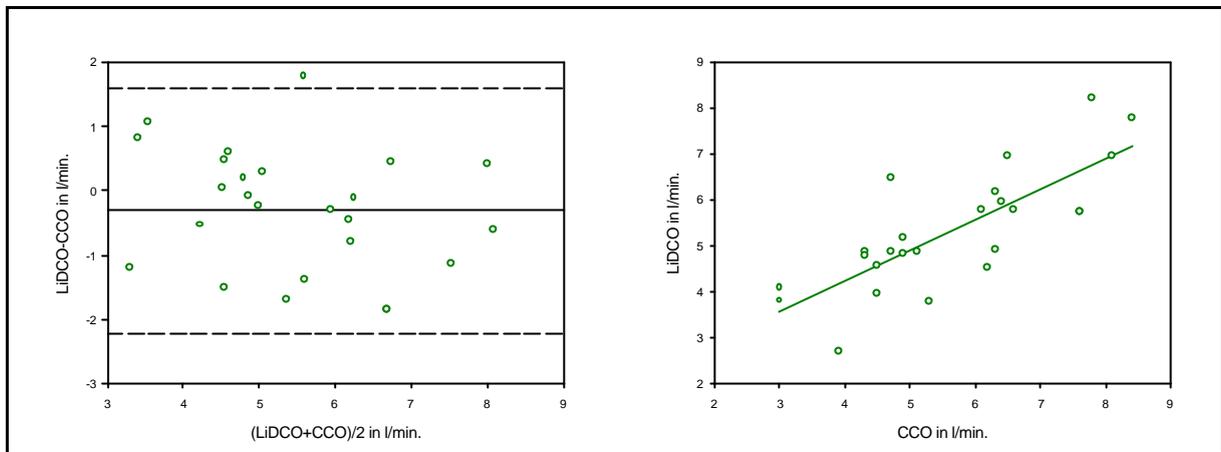


Abbildung 14: Vergleich LiDCO vs. CCO - Zeitpunkt 3

Zum Messzeitpunkt 3 ermittelte die kontinuierliche Thermodilution Werte von 3,0 bis 8,4 l·min.⁻¹ (Mittelwert 5,6 l·min.⁻¹ ±1,5 l·min.⁻¹), LiDCO ermittelte HZV-Werte von 2,7 bis 8,2 l·min.⁻¹ (Mittelwert 5,3 l·min.⁻¹ ±1,3 l·min.⁻¹)

Die Gleichung der Regressionsgeraden lautet $\text{LiDCO} = 0,66 \times \text{CCO} + 1,59$ mit einem Korrelationskoeffizienten $r=0,78$ ($r^2=0,61$).

Der Bias (LiDCO-CCO) wurde mit $-0,31$ l·min.⁻¹ ermittelt, die „precision“ betrug $\pm 1,92$ l·min.⁻¹

3.2.4 Alle Messzeitpunkte

Die kontinuierliche Thermodilution ermittelte Werte im Bereich von 3,0 bis 11,3 l·min.⁻¹ (Mittelwert 5,7 l·min.⁻¹ ±1,7 l·min.⁻¹), die Werte der LiDCO-Messungen reichten von 2,7 l·min.⁻¹ bis 8,9 l·min.⁻¹ (Mittelwert 5,3 l·min.⁻¹ ±1,3 l·min.⁻¹). Die Korrelation zwischen CCO und LiDCO betrug $r=0,79$ ($p<0,01$), der Mittelwert der Differenzen (LiDCO-CCO) $-0,39$ l·min.⁻¹ (entsprechend 7,2%) und die precision 2,09 l·min.⁻¹. Die Regressionsgeraden und die Bland-Altman-Analyse für alle drei Messzeitpunkte sind in dargestellt.

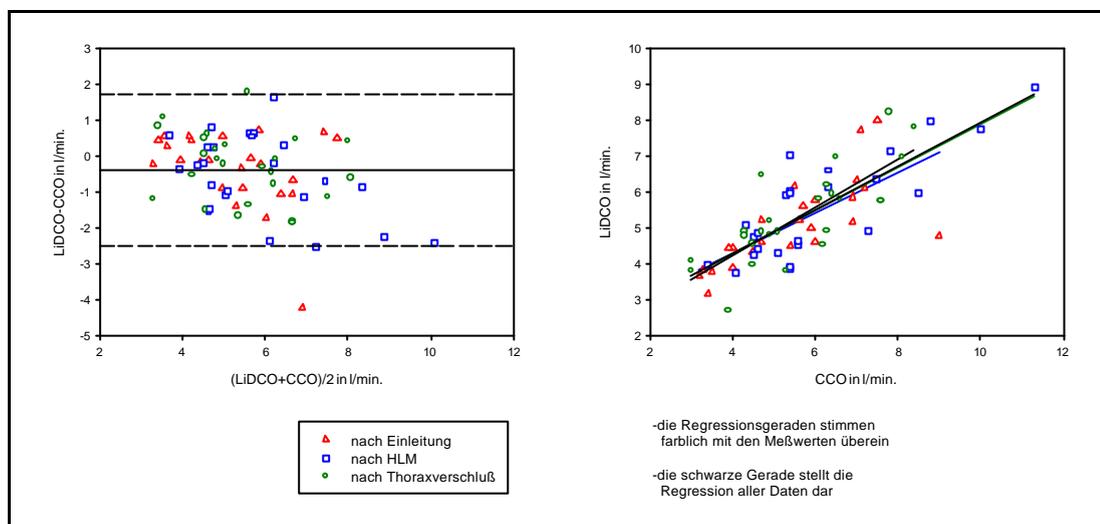


Abbildung 15: Vergleich LiDCO vs. CCO

3.3 Vergleich von Bolusthermodilution (BCO) und kontinuierlicher Thermodilution (CCO)

3.3.1 Messzeitpunkt 1 – vor kardiopulmonalem Bypass

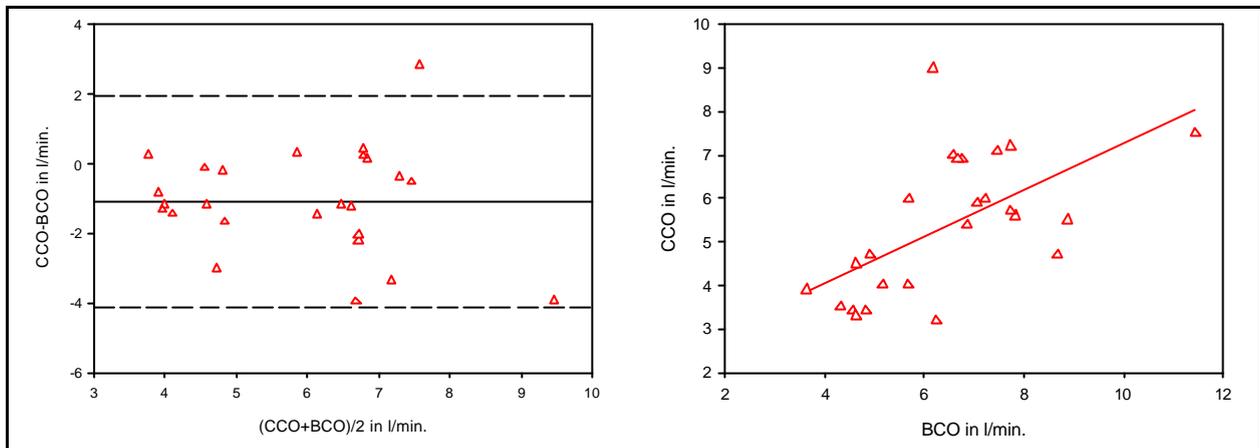


Abbildung 16: Vergleich CCO vs. BCO - Zeitpunkt 1

Zum Messzeitpunkt 1 ermittelte die Bolusthermodilution Werte von 3,6 bis 11,4 l·min.⁻¹ (Mittelwert 6,5 l·min.⁻¹ ± 1,8 l·min.⁻¹), die kontinuierliche Thermodilution ermittelte HZV-Werte von 3,2 bis 9,0 l·min.⁻¹ (Mittelwert 5,4 l·min.⁻¹ ± 1,6 l·min.⁻¹)

Die Gleichung der Regressionsgeraden lautet $CCO = 0,53 \times BCO + 1,93$ mit einem Korrelationskoeffizienten $r = 0,59$ ($r^2 = 0,35$).

Der Bias ($CCO - BCO$) wurde mit $-1,08$ l·min.⁻¹ ermittelt, die „precision“ betrug $\pm 3,04$ l·min.⁻¹

3.3.2 Messzeitpunkt 2 – nach kardiopulmonalem Bypass

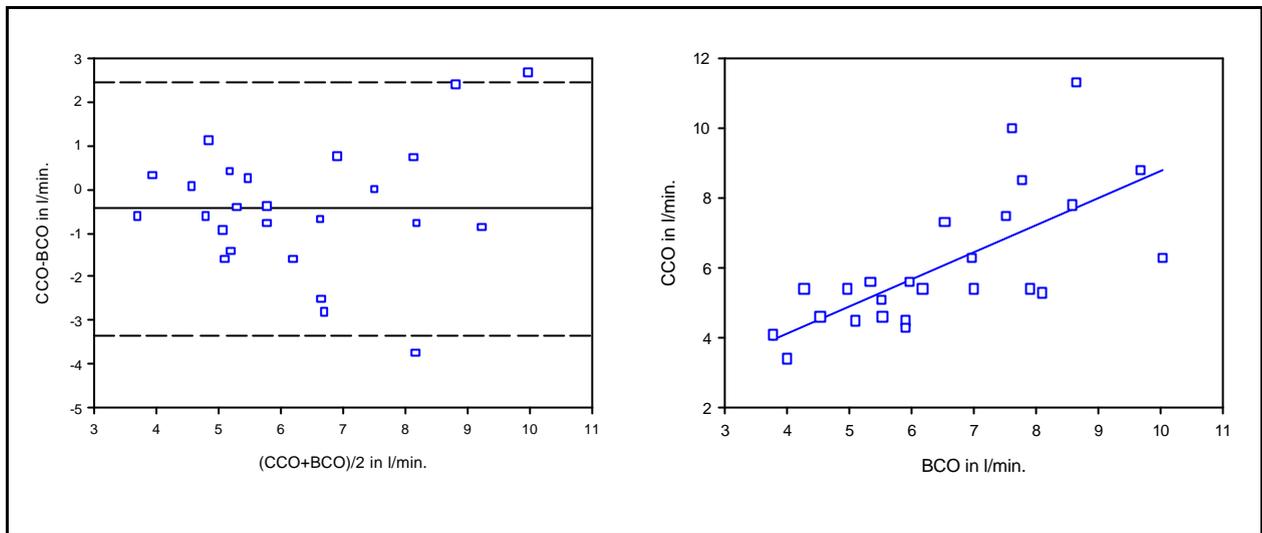


Abbildung 17: Vergleich CCO vs. BCO - Zeitpunkt 2

Zum Messzeitpunkt 2 ermittelte die Bolusthermodilution Werte von 3,8 bis 10,0 $\text{l} \cdot \text{min}^{-1}$ (Mittelwert $6,5 \text{l} \cdot \text{min}^{-1} \pm 1,7 \text{l} \cdot \text{min}^{-1}$), die kontinuierliche Thermodilution ermittelte HZV-Werte von 3,4 bis 11,3 $\text{l} \cdot \text{min}^{-1}$ (Mittelwert $6,1 \text{l} \cdot \text{min}^{-1} \pm 1,9 \text{l} \cdot \text{min}^{-1}$)

Die Gleichung der Regressionsgeraden lautet $\text{CCO} = 0,78 \times \text{BCO} + 1,00$ mit einem Korrelationskoeffizienten $r = 0,69$ ($r^2 = 0,48$).

Der Bias ($\text{CCO} - \text{BCO}$) wurde mit $-0,43 \text{l} \cdot \text{min}^{-1}$ ermittelt, die „precision“ betrug $\pm 2,90 \text{l} \cdot \text{min}^{-1}$

3.3.3 Messzeitpunkt 3 – nach Thoraxverschluss

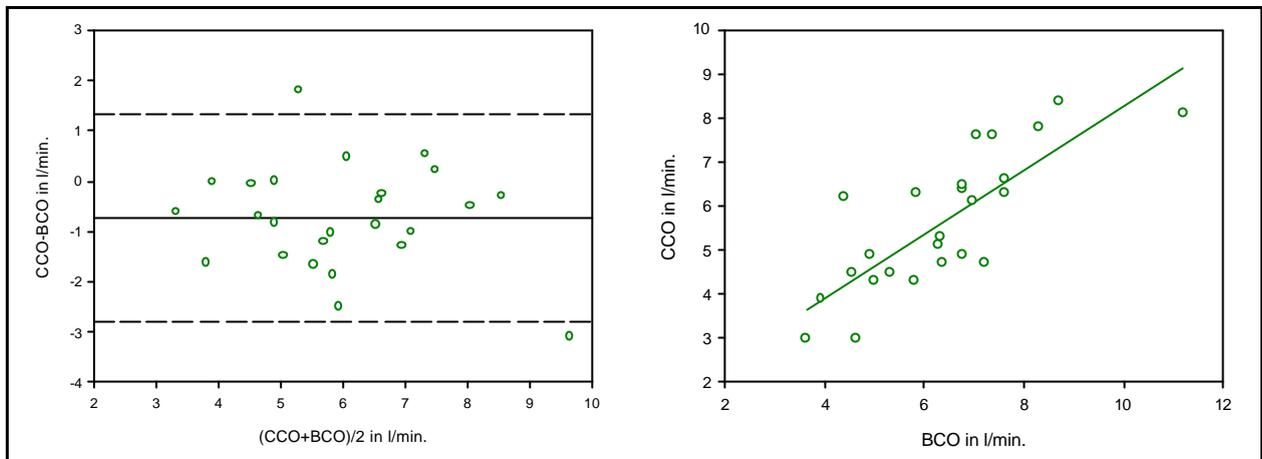


Abbildung 18: Vergleich CCO vs. BCO - Zeitpunkt 3

Zum Messzeitpunkt 3 ermittelte die Bolusthermodilution Werte von 3,6 bis 11,2 $\text{l} \cdot \text{min}^{-1}$ (Mittelwert $6,4 \text{ l} \cdot \text{min}^{-1} \pm 1,7 \text{ l} \cdot \text{min}^{-1}$), die kontinuierliche Thermodilution ermittelte HZV-Werte von 3,0 bis 8,4 $\text{l} \cdot \text{min}^{-1}$ (Mittelwert $5,6 \text{ l} \cdot \text{min}^{-1} \pm 1,5 \text{ l} \cdot \text{min}^{-1}$)

Die Gleichung der Regressionsgeraden lautet $\text{CCO} = 0,72 \times \text{BCO} + 1,02$ mit einem Korrelationskoeffizienten $r = 0,80$ ($r^2 = 0,64$).

Der Bias ($\text{CCO} - \text{BCO}$) wurde mit $-0,73 \text{ l} \cdot \text{min}^{-1}$ ermittelt, die „precision“ betrug $\pm 2,06 \text{ l} \cdot \text{min}^{-1}$

3.3.4 Alle Messzeitpunkte

Die Bolusthermodilution ermittelte Werte im Bereich von 3,6 bis 11,4 l·min.⁻¹ (Mittelwert 6,5 l·min.⁻¹ ±1,7 l·min.⁻¹), die Werte der kontinuierlichen Thermo-dilution reichten von 3,0 bis 11,3 l·min.⁻¹ (Mittelwert 5,7 l·min.⁻¹ ±1,7 l·min.⁻¹). Die Korrelation zwischen BCO und CCO betrug $r=0,68$ ($p<0,01$), der Mittelwert der Differenzen (CCO-BCO) $-0,75$ l·min.⁻¹ (entsprechend 12,2%) und die precision 2,72 l·min.⁻¹. Die Regressionsgeraden und die Bland-Altman-Analyse für alle drei Messzeitpunkte sind in Abbildung 19 dargestellt.

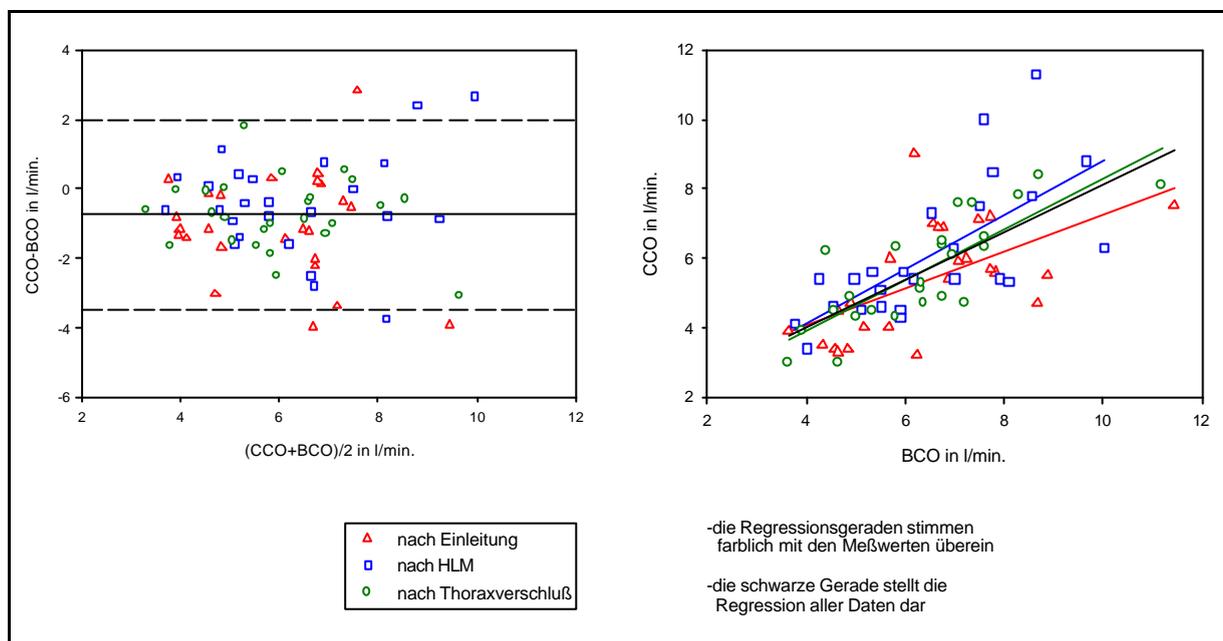


Abbildung 19: Vergleich CCO vs. BCO

Tabelle 4: Statistische Parameter für Korrelation, Regression und Bland-Altman-Analyse ($p < 0,001$ für alle r)

Messzeitpunkt	Unabhängige/ abhängige Variable	Korrelationskoeffizient r	Bestimmtheitsmaß r^2	Anstieg a	Schnittpunkt b (l/min.)	Bias (l/min.)	Abweichung vom Mittelwert in %	2 SD (precision) (l/min.)
1	BCO/LiDCO	0,75	0,56	0,51	1,73	-1,41	24,5	2,34
	CCO/LiDCO	0,74	0,55	0,56	2,03	-0,33	6,3	2,14
	BCO/CCO	0,59	0,35	0,53	1,93	-1,08	18,3	3,04
2	BCO/LiDCO	0,88	0,78	0,73	0,80	-0,98	16,2	1,64
	CCO/LiDCO	0,82	0,67	0,6	1,89	-0,55	9,4	2,26
	BCO/CCO	0,69	0,48	0,78	1,00	-0,43	6,8	2,90
3	BCO/LiDCO	0,82	0,68	0,64	1,27	-1,04	17,8	1,91
	CCO/LiDCO	0,78	0,61	0,66	1,59	-0,31	5,6	1,92
	BCO/CCO	0,80	0,64	0,72	1,02	-0,73	12,2	2,06
alle	BCO/LiDCO	0,81	0,66	0,63	1,27	-1,14	19,2	1,99
	CCO/LiDCO	0,79	0,62	0,61	1,84	-0,39	7,2	2,09
	BCO/CCO	0,68	0,46	0,68	1,31	-0,75	12,2	2,72