

6. ZUSAMMENFASSUNG

Bei Frauen ist die Erythropoese in der Höhe nicht systematisch erforscht, daher ist die Reaktion auf Höhe und auf Höhenttraining nicht bekannt. Um diese Reaktionen zu untersuchen, wurde die Hämoglobinmasse (Hb-Masse) durch die CO-Rückatmungsmethode bei jungen untrainierten (UT), semitrainierten (ST) und ausdauertrainierten (AT) (insgesamt 57) Frauen aus Bogotá (2 600 m über N.N.) gemessen und die Ergebnisse mit denen von 19 Probandinnen ähnlicher Leistungsfähigkeit aus Cali (960 m über N.N.) und von 73 Probandinnen aus Berlin (35 m über N.N.) verglichen. Zusätzlich wurde der Zusammenhang der Hb-Masse mit der maximalen aeroben Leistungsfähigkeit ($VO_2\max$) untersucht. Indikatoren der Erythropoese und des Eisenstoffwechsels wurden ebenfalls bestimmt.

Die Hb-Masse-Werte waren in allen Höhenlagen nicht unterschiedlich, wenn Frauen mit ähnlichem Trainingszustand verglichen wurden (z.B. bei UT-Frauen $8.9\text{-}9.5\text{ g}\cdot\text{kg}^{-1}$). Ausdauertraining erhöhte die Hb-Masse in allen Höhenlagen um $2\text{-}3\text{ g}\cdot\text{kg}^{-1}$. Die Erythropoietinaktivität (EPO) war in Bogotá sehr wenig erhöht und die Indikatoren des Eisenstoffwechsels waren innerhalb des normalen Bereiches. Die $VO_2\max$ von UT und ST-, aber nicht von AT-Frauen aus dem Hochland war signifikant geringer als im Tiefland, auch wenn die hypoxiebedingte Verschlechterung der $VO_2\max$ berücksichtigt wurde. Eine mögliche Ursache für diese schwache Leistungsfähigkeit könnte die geringere körperliche Aktivität der nicht AT- Höhenbewohnerinnen sein. Wegen der engen Korrelation der Leistungsfähigkeit mit der Hb-Masse wurde diese für gleiche $VO_2\max$ durch Kovarianzanalyse korrigiert. Nach Ausschließen dieses Faktors wurde ein 6.7%iger Anstieg der Hb-Masse bei 2 600 m, der kleiner war als bei Männern ($>12\%$), errechnet. Die verminderte Zunahme der Hb-Masse bei weiblichen Höhenbewohnern ergab sich vermutlich aus einer Zunahme der Ventilation, die durch weibliche Hormonen verursacht wird, wodurch die arterielle Sauerstoffsättigung (SaO_2) weniger als bei Männern abnimmt.

Zusätzliche Messungen bei 6 auf 2 600 m lebenden Bergsteigerinnen zeigten einen signifikanten Anstieg der Hb-Masse gegenüber den ST-Frauen mit ähnlichem Trainingszustand. Eine niedrigere signifikante SaO_2 (92.0%) deren Ursache nicht zu ermittelt war, dürfte der auslösende Stimulus für die Zunahme der Hb-Masse sein.

Bei postmenopausalen Frauen (PM) fehlt wegen Ausbleiben von Progesteron und Östrogen-Ausschüttung die Stimulation der Atmung, daher würde man bei diesen Probandinnen eine stärkere Erythropoese erwarten. Eine Gruppe von 9 untrainierte (UTPM) und 12 trainierten postmenopausalen Teilnehmerinnen (TPM) wurden untersucht, um diese Hypothese zu überprüfen. Da im Alter der Körperfettanteil erhöht ist, wurde die Hb-Masse mit der fettfreien Körpermasse korreliert. Dieser Wert war bei UTPM um $1.1 \text{ g}\cdot\text{kg}^{-1}$ ($p < 0.05$) größer als bei UT jungen Frauen. Dies passt zur niedrigeren SaO_2 (89.2%). Die Ursache kann am Fehlen der weiblichen Hormone, aber auch an der Verschlechterung der Lungenfunktion im Alter liegen.