

Sonderdruck aus

Wiener klinische Wochenschrift

89 (24), 828–832 (1977)

Schriftleiter: O. Kraupp und E. Deutsch
Springer-Verlag Wien · New York

Der Verlag behält sich das ausschließliche Copyright für alle in der
„Wiener klinischen Wochenschrift“ veröffentlichten Beiträge vor

Aus der I. Medizinischen Abteilung
(Vorstand: Doz. Dr. H. Czitober)
und aus der Hals-Nasen-Ohren-Abteilung
(Vorstand: Doz. Dr. E. Moritsch)
der Allgemeinen Poliklinik der Stadt Wien

Leistungsphysiologische Untersuchungen bei Herderkrankung Ergospirometrie vor und nach Tonsillektomie

Von **W. Reiterer, H. Hrabcik** und **H. Nissel**

Mit 1 Abbildung

Physical Performance in Patients With Focal Infection Ergospirometric Stress-Testing Before and After Tonsillectomy

Summary. The diagnosis of a focal infection in 13 patients (6 men and 7 women, aged 18 to 36) was based on the findings of chronic tonsillitis and general complaints interpreted as focal symptoms.

The patients underwent symptom-limited maximal stress-testing before and after tonsillectomy to rule out any impairment of physical performance on the basis of computer-assisted processing of ergospirometric data. It can be concluded that the actual data of maximal oxygen uptake (aerobic power), the phenomenon of adaptation to increasing work loads (derived from rating of the increase in oxygen uptake during rectangular-triangular bicycle ergometry), the on-line processed index of anaerobic power and the anaerobic threshold, as well as heart rate and arterial blood pressure regulation did not differ in these patients from findings in healthy subjects. Nor were these parameters altered by tonsillectomy.

Tonsillar focal infection is unlikely to cause any impairment of physical performance with respect to parameters of cardio-respiratory and metabolic function.

Key words: Focal infection, tonsillectomy, ergospirometry, physical performance.

Zusammenfassung. Bei 13 Patienten im Alter zwischen 18 und 36 Jahren (7 Frauen und 6 Männer) wurde bei Vorliegen einer chronischen, rezidivierenden Tonsillitis und sogenannter fokaler Allgemeinbeschwerden die Diagnose einer Herderkrankung gestellt.

Um eine eventuelle Beeinträchtigung der körperlichen Leistungsfähigkeit zu objektivieren, wurden vor und nach Tonsillektomie leistungsphysiologische Untersuchungen mit Rechner-unterstützter Analyse ergospirometrischer Meßwerte durchgeführt. Als Belastungstest wurde die rektangulär-triangularäre Fahrradergometrie gewählt. Die erreichten Einzelwerte für die maximale Sauerstoffaufnahme (aerobe Arbeitskapazität), für die anaerobe Energiebereitstellung (ein Index für die anaerobe Kapazität), für die Anpassung der Sauerstoffaufnahme an die ansteigende Belastung sowie die Herzfrequenz- und Blutdruckregulation entsprachen dem Verhalten eines untrainierten Normalkollektivs. Vor und nach Herdsanierung wurden identische Werte auf vergleichbarer Belastungsstufe gemessen. Eine Beeinträchtigung der körperlichen Leistungsfähigkeit durch die tonsillogene Herderkrankung ließ sich an Hand kardiorespiratorischer und metabolischer Parameter nicht nachweisen.

Schlüsselwörter: Herderkrankung, Tonsillektomie, Ergospirometrie, körperliche Leistungsfähigkeit.

Chronisch entzündete Tonsillen können als Fokus [3, 6, 15, 16] verschiedenartige Abänderungen der normalen Reaktionsfähigkeit des Gesamtorganismus bewirken. Als Ausdruck der gestörten Regulationstätigkeit lassen sich Funktionsstörungen, wie erhöhter Muskeltonus und Perfusionsänderungen, in der Umgebung und im Segment des Herdes nachweisen [4]. Fernwirkungen im Sinne einer Zweitkrankheit, sogenannte fokale Folgeerscheinungen, unterstützen die Vermutung einer Herderkrankung: Hierzu zählen

a) fokale Allgemeinerscheinungen, wie eine unbestimmte Störung des Allgemeinbefindens, Mattigkeit, leichte Ermüdbarkeit, mangelnde körperliche und geistige Spannkraft und funktionell-nervöse Erscheinungen (Kopfschmerzen, Herzklopfen, Magen-Darm-Störungen, flüchtige „rheumatische“ Beschwerden, Schweißausbrüche, subfebrile Temperaturen und anderes), und

b) fokale Organerkrankungen, wie rheumatisches Fieber, primär chronische Polyarthrit, Peri-Endo-Myokarditis, Herzrhythmusstörungen, Myositis, Neuritiden, Tendovaginitis, Iritis, Retinitis, akute Glomerulonephritis, Herdnephritis, Rhinitis vasomotorica, Asthma bronchiale, Urtikaria, Ekzeme und anderes. Bei chronischen Erkrankungen (z. B. Lungentuberkulose) ist die Bedeutung des Herdes als Gestaltungsfaktor der Grundkrankheit (Exazerbation, verzögerte Remission) zu diskutieren [3, 4].

Neben chronisch entzündeten Herden in der Tiefe der Tonsillenkrypten und im paratonsillären Gewebe als häufigste Herderkrankung sind dentogene Herde, chronische Mastoiditis, chronische Entzündung der Nasennebenhöhlen und Kieferhöhlen („Kopf-Herde“), chronische Cholezystitis, Appendizitis und Adnexitis und Narben [8] als Fokus und Störfeld zu beachten.

Der ursächliche Zusammenhang zwischen vermuteter Fokalerkrankung und den als Herd anzusprechenden (z. B.) chronisch entzündeten Tonsillen kann durch Vorgeschichte, Lokalbefund, Provokationsteste („Herddiagnostik“) und letztlich durch Fokalsanierung zu sichern versucht werden [1, 6, 16].

Die körperliche Leistungsfähigkeit eines Probanden wird am besten durch direkte Bestimmung von Parametern der aeroben Arbeitskapazität (maximale Sauerstoffaufnahme [2, 7]) und Berechnung von Indices für die anaeroben Energiereserven (Index für die anaerobe Energiebereitstellung [13]) umfassend und exakt erfaßt.

Bei Patienten mit den Zeichen einer tonsillären Herderkrankung (tonsillärer Fokus und fokale Allgemeinerscheinungen) wurden deshalb Rechner-unterstützte ergospirometrische Untersuchungen unter stufenweise ansteigender Belastungsintensität (rektangulär-triangularäre Fahrradergometrie [11, 12, 14]) durchgeführt, um eine eventuelle Einbuße der körperlichen Leistungsfähigkeit oder eine abnorme Anpassungsreaktion an eine ansteigende Belastung zu erfassen. Die Untersuchungen wurden 6 bis 8 Wochen nach Tonsillektomie wiederholt, um einen möglichen Einfluß der Herdsanierung zu überprüfen.

Krankengut und Methodik

16 untrainierte Probanden im Alter zwischen 18 und 39 Jahren, davon 10 Frauen und 6 Männer, wurden in die Studie aufgenommen, nachdem sie über die geplante Untersuchung un-

Tabelle 1. Ergospirometrische Untersuchungsergebnisse

Patient	Geschl.	a	cm	kg	Zweitkrankheit	FAI %		Wl _{max}		Gesamtarbeit		Arbeitszeit PER				
						vor	nach	Watt	Watt	Watt-Min.	Watt-Min.	Min.	Min.	Min.	Min.	
1	G.E.	m	22	175	67	Gelenksbeschw. Leistungsschw.	88,4	88,5	200	200	1040	840	10	9	18	19
2	R.R.	w	21	170	52	Leistungsschw.	101	104	125	125	740	615	10	9	18	19
3	J.I.	w	39	172	58	chron. Tuberk.	108	106	125	125	740	740	10	10	18	18
4	S.E.	w	18	162	60	rezid. Tons.	94	94	125	125	740	740	10	10	17	18
5	S.L.	w	22	172	57	Gelenksbeschw.	96	96	125	125	740	740	10	10	18	16
6	F.F.	m	37	174	65	Leistungsschw.	104	95	200	175	1040	990	10	10	19	17
7	G.E.	w	26	158	52	St. p. Paraton.	103	103	125	125	740	740	10	10	19	18
8	M.E.	m	20	179	65	respir. Infekte	101	90	225	200	1265	1040	11	10	18	18
9	G.H.	m	20	183	64	rezid. Tons.	110	99	250	225	1540	1490	12	12	19	18
10	W.M.	w	21	165	50	Leistungsschw.	104	83	125	100	740	490	10	8	19	17
11	B.H.	m	20	172	62	respir. Infekte	115	103	250	225	1540	1265	12	11	19	19
12	G.R.	w	28	158	61	Gelenksbeschw.	113	133	150	150	890	740	10	9	18	17
13	K.A.	m	18	165	52	rezid. Tons.	87	87	165	165	970	970	10	10	19	19

FAI % = prozentuelle Leistungseinbuße; Wl_{max} = höchste Belastungsstufe; PER = subjektiver Ermüdungsgrad; f_h = Herzfrequenz;

(Maximalwerte) vor und nach Tonsillektomie

f _h	BP _{syst}	BP _{diast}	BP _{med}	BP _{min}	V̇ _{O₂}	V̇ _E	anaerobe Energie				anaerobe Schwelle		O ₂ -Schuld		delta BE		
							cal/kg	KG	%	l/Min.	l/Min.	V̇ _{O₂}	cal/kgKG	cal/kgKG	meq/l	meq/l	
171	177	190	190	35	34,1	74	72	287	182	27,5	21,9	1,95	1,70	240	275	8,5	11,2
184	182	140	150	31,4	26,8	65	50	154	183	15,8	22,7	1,30	1,10	261	209	-	6,5
182	181	170	170	28,7	29,4	50	51	162	264	20,1	30,4	1,30	1,35	227	207	6	5
182	179	140	125	30,2	30,3	71	60	81	181	9,6	21,4	1,25	1,40	228	215	-	-
168	162	185	200	27,4	29,9	46	43	213	215	24,5	24,7	1,50	1,40	199	215	-	-
182	182	180	170	38,6	33,4	78	63	249	304	23,2	29,3	1,90	1,90	314	262	10,5	11,6
185	182	150	170	30,6	28,6	59	52	211	251	22,6	26,9	1,40	1,35	227	244	8	7,4
189	186	220	220	41,8	45,0	81	97	337	163	26,5	15,4	2,00	2,05	389	352	4,5	11,4
181	176	190	190	46,7	43,9	113	90	397	353	26,5	27,8	2,30	2,25	294	291	-	7
194	174	145	170	35,7	28,9	58	37	220	142	21,8	20,0	1,50	1,40	249	191	-	7,5
205	197	220	170	47,4	42,6	95	86	452	428	27	31	2,00	1,75	405	323	19	14,5
183	183	170	180	33,3	34,0	65	68	280	152	28,6	18,7	1,60	1,65	208	283	10	12
176	180	170	160	45,1	44,7	82	74	256	230	20,1	18,1	1,70	1,90	324	280	6	12,5

BP_{syst} = systolischer Blutdruck; V̇_{O₂} = Sauerstoffaufnahme; V̇_E = Atemminutenvolumen; delta BE = Basenüberschuß-Differenzwert

terrichtet worden waren und ihre Zustimmung erteilt hatten. Vollständige Untersuchungsdaten waren von 13 Patienten zu erhalten (siehe Tab. 1). Die ausgewählten Probanden waren der HNO-Ambulanz mit der Frage „tonsillärer Fokus – Indikation zur Tonsillektomie?“ zugewiesen worden. Als Auswahlkriterien galten: Normalgewicht (Broca-Index unter 100), Lebensalter unter 40 Jahren, fehlende Kontraindikationen zu einer maximalen, symptomlimitierten körperlichen Belastung [10], wie kardiopulmonale Erkrankungen, Funktionsstörungen des Bewegungsapparates, akute Angina tonsillaris vor weniger als einem Monat und subfebrile Temperaturen, des weiteren keine abnormen Blutdruck- oder Herzfrequenzregulationsstörungen unter körperlicher Belastung und keine medikamentöse Therapie. Bei den Probanden wurde eine tonsilläre Herdkrankung angenommen, sofern anamnestisch rezidivierende Tonsillitiden oder ein Zustand nach Paratonsillarabszeß angegeben wurden und – im Sinne einer Zweitkrankheit – Beschwerden, wie Leistungsschwäche, leichte Ermüdbarkeit, respiratorische Infekte und gehäuft akute Tonsillitiden genannt wurden. Durch eine gezielte Anamnese und durch radiologische Untersuchungen (Zahnstatus, Nasennebenhöhlenröntgen) wurde versucht, eventuelle weitere entzündliche Herde auszuschließen.

An blutchemischen Untersuchungen wurden veranlaßt: komplettes Blutbild und kompletter Harnbefund, Blutsenkung, Gesamteiweiß und Elektrophorese der Bluteiweißkörper, Leber- und Nierenfunktionsparameter einschließlich der Serumelektrolyte, Blutfettstatus und „Rheumateste“ (ASTO- und Waaler-Rose-Test und Latex-Test auf Rheumafaktor).

Für die leistungsphysiologischen Untersuchungen wählten wir die rektangulär-triangularäre Fahrradergometrie mit symptomlimitierter maximaler Belastungsintensität [11]. Als Erstuntersuchung wurde unter standardisierten Bedingungen [10] eine Fahrradergometrie durchgeführt, um den Probanden mit dem Untersuchungsablauf vertraut zu machen. Einen Tag nach der Erstuntersuchung unterzogen sich die Patienten der Ergospirometrie (Ergopneumotest mit EDV, Fa. Jäger, BRD). Methodik, Auswertverfahren und Normalwertbereiche für ergospirometrische Meßwerte wurden an anderer Stelle ausführlich dargestellt [14]. Die physische Leistungsfähigkeit der Probanden wurde an Hand folgender Kriterien umfassend beschrieben: maximale Sauerstoffaufnahme, Anpassung an eine ansteigende Belastung, anaerobe Energiebereitstellung in kcal und in Prozenten des Gesamtenergiebedarfes [13], metabolische Azidose und anaerobe Schwelle [17].

Zur Bestimmung der anaeroben Schwelle wurden die Meßwertpaare für das Atemminutenvolumen und für die Sauerstoffaufnahme (halbminütige Intervalle) im Koordinatensystem durch

den Rechner aufgetragen. Das Abgehen vom linearen Zusammenhang zwischen beiden Variablen wird als anaerobe Schwelle angesehen (definiert in Liter Sauerstoffaufnahme bzw. ml/kg Körpergewicht).

Die erste Ergospirometrie erfolgte zirka 14 Tage vor der Tonsillektomie, die Nachkontrolle 6 bis 8 Wochen postoperativ.

Zur statistischen Analyse wurden nur die Daten aus den ergospirometrischen Untersuchungen herangezogen, wobei einerseits prä- und postoperative Ergebnisse hinsichtlich einer signifikanten Differenz (t-Test für paarweise Versuchsanordnung zur Untersuchung von Meßwerten aus vergleichbaren Belastungsstufen; t-Test für ungepaarte Versuchsanordnung und Regressionsanalyse für Maximalwerte) geprüft wurden und andererseits präoperative Meßwerte mit Daten des Normalkollektives verglichen wurden. Die Berechnungen erfolgten an der Rechenanlage des Funktionslabors (Programma P 652, Olivetti).

Nach intern-medizinischer Voruntersuchung wurden die Patienten zur Tonsillektomie freigegeben. Die Operationen wurden teils in Lokalanästhesie, teils in orotrachealer Intubationsnarkose vorgenommen.

Ergebnisse

Zur Auswertung gelangten die leistungsphysiologischen Daten von 13 Patienten, da 3 Probanden an der postoperativen Untersuchung nicht teilnahmen (siehe Tab. 1).

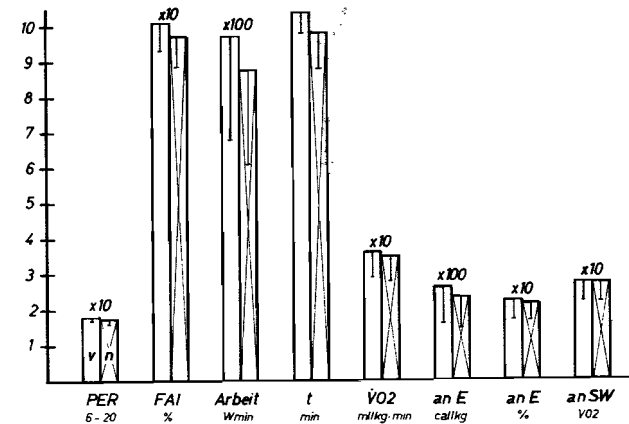


Abb. 1. Leistungsphysiologische Untersuchungen vor und nach Tonsillektomie. Meßwerte auf maximaler Belastungsstufe bei symptomlimitierter Belastung (PER = Ermüdungsgrad; FAI % = Leistungseinbuße: 100% = Normalwert; t = Arbeitszeit; an E = anaerobe Energie; an SW = anaerobe Schwelle)

I. Vergleich präoperativer Meßdaten mit Normalwerten

Die Soll-Werte für die höchste zu tolerierende Belastungsstufe wurden von den Probanden im Mittel erreicht ($FAI \% = 101 \pm 8,3$; $\bar{x} \pm s$); die Abweichungen sind trotz hoher Motivation der Patienten auf die unterschiedliche Bereitschaft, eine erschöpfende Belastung zu tolerieren, zurückzuführen (die Belastungs-Soll-Werte beziehen sich auf einen PER von 19).

Der Anstieg des systolischen Blutdrucks und der Herzfrequenz während der jeweiligen Belastungsstufen lag im Bereich der Soll-Werte für ein Normalkollektiv. Bei den Patienten 3, 7, 8, 11 und 12 fanden sich höhere Werte für die Herzfrequenz in Ruhe und unter geringer Belastung*, die Veränderungen waren nicht im Sinne einer hyperkinetischen Herzfrequenz-Regulationsstörung zu interpretieren. Im *kontinuierlich aufgezeichneten EKG* wurden Rhythmusstörungen und Veränderungen im Sinne einer Belastungskoronarinsuffizienz nicht beobachtet.

Die Sauerstoffaufnahme wurde zur ersten und zweiten Min. jeder Belastungsstufe on-line hinsichtlich einer Abweichung vom Soll-Wert geprüft: Als Ausdruck einer guten Anpassung an die ansteigende Belastung wurde außer auf der höchsten Stufe nie eine negative Abweichung beobachtet. Die maximalen Werte für die Sauerstoffaufnahme (in ml/kg Körpergewicht) der einzelnen Probanden waren als „durchschnittlich“ in bezug auf Referenzwerte [2, 10] zu bezeichnen.

In Relation zur tolerierten Belastung entsprachen die Kalorienwerte für die anaerobe Energiebereitstellung und für die Sauerstoffschuld_{5 Min.}** den für Normalpersonen gefundenen Beziehungen [14]. Bei den Patienten 2 und 4 errechnete sich infolge der überschießend ansteigenden $\dot{V}O_2$ auf niedrigeren Belastungsstufen ein relativ kleiner Kalorienwert für die anaerobe Energiebereitstellung (siehe Tab. 1). Die anaerobe Schwelle entsprach mit durchschnittlich 77% der maximalen Sauerstoffaufnahme dem Verhalten bei Normalpersonen.

* $\dot{V}O_2$ unter 50% des Maximalwertes.

** Der Index bezieht sich auf die Meßdauer.

II. Vergleich von prä- und postoperativen Meßwerten auf identischen Belastungsstufen

Als Vergleichsbasis galt ein Bereich der Belastungsintensität zwischen 50 Watt und der höchsten, durch 2 Min. tolerierten Wattstufe.

Herzfrequenz, systolischer Blutdruck und die Sauerstoffaufnahme zur ersten und zweiten Min. unterscheiden sich nicht von den Vergleichswerten. Die Regressionsgeraden zwischen prä- und postoperativen Meßwerten liegen auf der Identitätsgeraden, womit jegliche Änderungen der Herzfrequenz- und Blutdruckregulation und des Anstieges der Sauerstoffaufnahme zu verneinen sind.

Lediglich die mittleren Atemminutenvolumina zeigen einen Trend zu niedrigeren postoperativen Werten, wobei jedoch dem Unterschied ($2P \leq 0,10$) keine praktische Bedeutung zukommt und ein wesentlicher Einfluß auf die Atemarbeit zu verneinen ist.

Auf höchster vergleichbarer Belastungsstufe sind Unterschiede in bezug auf anaerobe Energiebereitstellung und deren prozentueller Anteil am Gesamtenergiebedarf nicht festzustellen.

III. Vergleich zwischen prä- und postoperativen Meßwerten auf maximaler Belastungsstufe

Die geleistete Arbeit (975 ± 291 Watt-Minuten) ist vor Tonsillektomie wohl im Mittel höher, der postoperative Wert (877 ± 272) unterscheidet sich jedoch nicht signifikant. Die Differenz erklärt sich durch den gering verminderten subjektiven Ermüdungsgrad (Abfall des mittleren PER von $18,3 \pm 0,5$ auf $17,8 \pm 1,3$) postoperativ, wobei die Motivation und Bereitschaft zur Toleranz einer erschöpfenden Belastung bei den weiblichen Probanden weniger ausgeprägt erschien.

Die höchste tolerierte Belastungsstufe wurde in Relation zu einem Belastungs-Soll-Wert als FAI % definiert; präoperativ wurde der Soll-Wert mit $101 \pm 8,3\%$ erreicht; nach Fokalsanierung durch Tonsillektomie findet sich eine unbedeutende Verminderung auf $97,1 \pm 8,6\%$.

Die mittlere Arbeitszeit bleibt mit 10,4 Min. zu 9,8 Min. (mittlere Differenz $0,5 \pm 0,9$) unverändert.

Die maximalen Meßwerte für die Sauerstoffaufnahme (präoperativ: $36,1 \pm 6,7$ ml/kg Körpergewicht),

für die anaerobe Energiebereitstellung (260 ± 99 cal/kg Körpergewicht), deren prozentueller Anteil am gesamten Energiebedarf ($22,6 \pm 5,4\%$) und für die Sauerstoffschuld_{5 Min.} ($272,3 \pm 66,4$ cal/kg Körpergewicht) weisen keine praktisch bedeutsamen Verminderungen in Anbetracht der geringeren Arbeitsleistung auf. Die anaerobe Schwelle als ein von Motivation und Leistungsbereitschaft unbeeinflusster Meßwert blieb unverändert ($27,9 \pm 5,8$ ml/kg Körpergewicht $\dot{V}O_2$; 77% der $\dot{V}O_2$ max.). In der Blutgasanalyse zeigen der Abfall des pH-Wertes, Veränderungen des O_2 - und CO_2 -Partialdruckes und der Basenüberschuß-Differenzwerte keine gerichtete Veränderung.

IV. Blutchemische Befunde

Die Untersuchungsergebnisse aus Befunden, wie Blutsenkung, Blutbild, Harnbefund, Gesamteiweiß und Elektrophorese der Bluteiweißkörper, Nieren- und Leberfunktionsparameter, Serumelektrolyte und Blutfettstatus, lagen im Bereich der laboreigenen Normalwerte. Hinsichtlich des ASTO-Titers wurden bei 4 Patienten über dem oberen Grenzwert (1 : 200) gelegene Befunde erhoben: Patient 2 mit 1 : 400, Patient 5 mit 1 : 300, Patient 7 mit 1 : 600 und Patient 9 mit 1 : 300. 6 bis 8 Wochen nach Tonsillektomie wurden dieselben Titerstufen bestimmt.

Diskussion

Bei Herderkrankungen kommt den Tonsillen als häufigsten Primärherd wesentliche Bedeutung zu [6, 16]. Bei Inspektion des Rachenraumes lassen chronisch entzündete Tonsillen sowie der anamnestische Hinweis auf einen Paratonsillarabszeß an einen Herd denken.

In die Studie wurden jene Patienten aufgenommen, bei denen sich die Annahme einer Herderkrankung auf den makroskopischen Befunden einer chronischen Tonsillitis und auf fokale Allgemeinerscheinungen stützte. Es fiel auf, daß ein Großteil der Patienten den zuweisenden Arzt wegen Allgemeinbeschwerden, wie Leistungsschwäche und Gelenksbeschwerden, aufgesucht hatte. Durch radiologische Untersuchungen und eine gezielte Anamnese wurde versucht, weitere Primärherde auszuschließen.

Der Begriff körperliche Leistungsfähigkeit ist weit gespannt und kann durch Beschreibung der maximalen

Leistungsfähigkeit, der Dauerleistungsfähigkeit, von Kraft, Schnelligkeit und Geschicklichkeit sowie Taktik und Motivation des Untersuchten näher definiert werden [2].

Um den Einfluß einer Herderkrankung auf die körperliche Leistungsfähigkeit zu untersuchen, wählten wir als Belastungstest eine standardisierte Fahrradergometrie. In 2-Min.-Intervallen wurde die Belastungsintensität erhöht (rektangulär-triangularäre Fahrradergometrie [11, 14]), bis der Proband physisch erschöpft war, d. h. die letzte Belastungsstufe nur unter größter Anstrengung durchgestanden und ein subjektiver Ermüdungsgrad von 18 bis 19 angezeigt wurde. Vorgegebene Grenzwerte, wie 85% der maximalen Soll-Herzfrequenz, respiratorischer Quotient über 1,2 und FAI % über 100 galten nicht als Abbruchkriterium. Infolge der stufenweise ansteigenden Belastungsintensität ergaben sich keine Steady-state-Bedingungen für kardiorespiratorische und metabolische Funktionszustände, sondern es wurde die Anpassung an eine stetig steigende Belastung gefordert.

Als Maß für die körperliche Leistungsfähigkeit schlechthin, d. h. für die aerobe Arbeitskapazität, gilt die maximale Sauerstoffaufnahme in l/Min. oder ml/kg Körpergewicht [2, 7]. Neben der Beurteilung dieses Meßwertes waren wir in der Lage, durch ein Rechenverfahren einen Index für die anaerobe Energiebereitstellung on-line zu bestimmen [13]. Hierdurch ist es möglich, die anaerobe Arbeitskapazität unter rektangulär-triangularärer Fahrradergometrie näher zu beschreiben.

Unter anaerober Arbeitskapazität ist jene Energiereserve zu verstehen, die dem arbeitenden Muskel aus der Adenosintri-phosphat- und Kreatinphosphatkonzentration, aus an Myo- und Hämoglobin gespeichertem Sauerstoff und aus der Glykolyse zur Verfügung steht [2, 5, 9]*.

Durch die Kenntnis des subjektiven Ermüdungsgrades, des Abfalls des Blut-pH-Wertes in der Erholungsphase und des Basenüberschuß-Differenzwertes konnte auf die Motivation des Probanden und auf seine Toleranz

* Unter zunehmender Belastungsintensität führt der vermehrte Einsatz anaerober energieliefernder Prozesse zur metabolischen Azidose, die durch massive Hyperventilation nur ungenügend kompensiert wird. Der Beginn dieser Hyperventilation wird als anaerobe Schwelle (anaerobic threshold [17]) bezeichnet.

einer erschöpfenden Belastung zurückgeschlossen werden. Da für die rektangulär-trianguläre Fahrradergometrie Normalwerte für die ergospirometrischen Parameter vorliegen, konnten etwaige Abweichungen der aktuellen Meßwerte vom Soll-Wert – z. B. ein verzögerter Anstieg der Sauerstoffaufnahme oder ein überschießender Anstieg der Herzfrequenz – während der Untersuchung rechnerisch ausgewertet und als print-out dokumentiert werden [12, 14].

Bei jüngeren Patienten mit tonsillärem Fokus und fokalen Allgemeinbeschwerden konnten wir keine Beeinträchtigung der körperlichen Leistungsfähigkeit im Akutversuch objektivieren. Die Sollwerte für die *maximale Belastungsintensität* wurden von den einzelnen Probanden erreicht, die maximale Sauerstoffaufnahme als Kriterium für die aerobe Arbeitskapazität war bei den untrainierten Probanden als mittelmäßig einzustufen.

Die *Anpassungsfähigkeit* an eine ansteigende Belastung, beurteilt an Hand der Abweichung der Sauerstoffaufnahme vom Soll-Wert, entsprach dem Verhalten eines Normalkollektivs. Eine Tendenz zur Hyperventilation wurde nicht beobachtet. Hinweise für eine Störung der Blutdruckregulation waren nicht zu gewinnen. Lediglich 4 Probanden zeigten höhere Werte für die Herzfrequenz in Ruhe und auf niedrigeren Belastungsstufen. Dieses Verhalten war bei Wiederholung der Ergospirometrie in einem Abstand von 6 bis 8 Wochen nach Tonsillektomie wiederum zu beobachten. Diese Reaktion würden wir am ehesten als Ausdruck einer Dekonditionierung betrachten, da jene Probanden eine sitzende berufliche Tätigkeit ausübten und sich nicht regelmäßig körperlich ertüchtigten. Da bei der Erstuntersuchung vor Herdsanierung normale leistungsphysiologische Meßwerte bei den untrainierten Probanden gefunden wurden, überrascht es nicht, daß nach Tonsillektomie jegliche Hinweise für eine Leistungseinbuße oder eine gestörte Adaptation an eine ansteigende Belastung fehlten. Die postoperativen Untersuchungsergebnisse sind auf vergleichbaren Belastungsstufen mit den präoperativen Werten identisch.

Literatur

1. Altmann, L.: Herddiagnostik und Therapie in der täglichen Praxis. *Öst. Z. Stomat.* 6, 141 (1965).

2. Astrand, P. O., Rodahl, K.: Textbook of work physiology. New York: McGraw-Hill. 1970.
3. Bergsmann, O.: Der Herd als pathogenetischer Faktor. Vortrag, Österr. Zahnärztetagung 1972, Baden bei Wien.
4. Bergsmann, O., Kellner, G., Maresch, O.: Synopse zur Frage der biologischen Regulation. *Ärztl. Prax.* 23, 933 (1971).
5. Cerretelli, P., Abrosoli, G.: Limiting factors of anaerobic performance in man. In: *Limiting factors of physical performance in man* (Keul, J., Hrsg.). Stuttgart: G. Thieme. 1973.
6. Eckert-Möbius, A.: Lehrbuch der Hals-Nasen-Ohren-Heilkunde. Leipzig: VEB G. Thieme. 1966.
7. Kaijser, L.: Oxygen supply as a limiting factor in physical performance. In: *Limiting factors of physical performance in man* (Keul, J., Hrsg.). Stuttgart: G. Thieme. 1973.
8. Kellner, G.: Zur Histopathologie des Störfeldes am Beispiel der Narbe. *Physik. Med. und Rehab.* 10, Heft 4 (1969).
9. Keul, J.: The relationship between circulation and metabolism during exercise. *Medicine and Science in Sports* 5, 209 (1973).
10. Niederberger, M., Kubicek, F., Reiterer, W.: Leitlinien für die Ergometrie. *Acta Med. Austriaca* 2, 33 (1975).
11. Reiterer, W.: Methodik eines rektangulär-triangulären Belastungstestes. *Herz/Kreislauf* 7, 457 (1975).
12. Reiterer, W.: Computer assisted evaluation of ergospirometric parameters and central hemodynamics in exercise testing. *IEEE Conference Proceedings. Computers in Cardiology*, St. Louis 1976.
13. Reiterer, W.: On-line Analyse von anaerober Energiebereitstellung und Sauerstoffschuld während rektangulär-triangulärer Fahrradergometrie. *Wien. klin. Wschr.* 88, 527 (1976).
14. Reiterer, W.: Evaluation of physical performance by rectangular-triangular bicycle ergometry and computer assisted ergospirometry. *Basic. Res. Cardiol.* 71, 482 (1976).
15. Schwarz, E.: Herdlehre in der Krise. *Öffentl. Gesund-Wesen* 35, 697 (1973).
16. Sylla, A.: Fokalinfekt. In: *Lehrbuch der Inneren Medizin, Band II* (Sundermann, A., Hrsg.), 2. Aufl. Jena: VEB Fischer. 1965.
17. Wasserman, K., Whipp, B. J., Koyal, S. N., Beaver, W. L.: Anaerobic threshold and respiratory gas exchange during exercise. *J. Appl. Physiol.* 35, 236 (1973).

Korrespondenz: OA Dr. W. Reiterer, Kardio-pulmonales Funktionslabor, I. Medizinische Abteilung der Allgemeinen Poliklinik der Stadt Wien, Mariannengasse 10, A-1090 Wien.

