

A. Ferrauti¹, G. Predel²,
K. Weber¹, R. Rost²

Beanspruchungsprofil von Golf und Tennis aus gesundheitssportlicher Sicht

Physiological profile of golf and tennis from a health medical
point of view

Deutsche Sporthochschule Köln

¹ Institut für Sportspiele, ² Institut für Kreislaufforschung und Sportmedizin

Zusammenfassung

Ziel der Studie war ein Vergleich des Beanspruchungsprofils von Golf und Tennis im Hinblick auf den Gesundheitswert beider Sportarten für Spieler im Seniorenalter. 18 Tennisspieler der Bezirksklasse (59,1±2,3 J; 177,5±5,7 cm; 85,9±14,1 kg) und 21 Golfer (60,0±5,3 J; 179,4±5,2 cm; 82,4±7,4 kg) mit einem mittleren Handicap von 20,0±7,1 beteiligten sich an der Untersuchung. Hierbei wurden die kardiozirkulatorischen und metabolischen Anforderungen während einer 18 Loch-Runde im Golf (ca. 4 Std.) und während eines zweistündigen Einzelwettkampfes im Tennis analysiert. Zusätzlich absolvierten alle Probanden einen stufenförmig ansteigenden Fahrradergometertest.

Herzfrequenz (137±13 vs 103±10 Schläge/min), Laktat (2,3±0,7 vs 1,5±0,3 mmol/l) und Sauerstoffaufnahme (1,8±0,2 vs 0,9±0,2 l/min) lagen beim Tennis signifikant über den Werten beim Golf. Die Nachbelastungskonzentrationen von freien Fettsäuren (1,51±0,57 vs 1,09±0,33 mmol/l) und Glycerin (0,37±0,13 vs 0,21±0,06 mmol/l) im Serum sowie von Adrenalin (2,4±3,0 vs 1,2±0,7 µg/100 mg Kreatinin) und Noradrenalin (11,5±6,0 vs 6,7±2,0 µg/100 mg Kreatinin) im Urin waren beim Tennis ebenfalls signifikant höher als beim Golf. Der Energieumsatz während 4 Std. Golf und 2 Std. Tennis war identisch und erreichte ca. 1000 kcal (Bruttoumsatz bei 80 kg Körpergewicht). Die Fahrradergometrie ergab für die Tennisspieler gegenüber den Golfern eine signifikant höhere maximale Leistung (196±32 vs 169±41 Watt) und eine günstigere aerob-anaerobe Schwelle (163±23 vs 139±33 Watt).

In beiden Sportarten sind aufgrund des hohen Kalorienverbrauchs gesundheitlich positive Effekte zu erwarten. Die höhere kardiozirkulatorische und metabolische Beanspruchung im Tennis spricht dafür, daß nur hier die Reizschwelle für eine langfristige Verbesserung der körperlichen Leistungsfähigkeit überschritten wird.

Schlüsselwörter: Golf, Tennis, Seniorenspieler, Energiestoffwechsel, Energieverbrauch, körperliche Leistungsfähigkeit

Summary

The aim of the study was to compare the physiological profile of demands of golf and tennis and its health value for senior players. 18 division IV male senior tennis players (59,1±2,3 yrs; 177,5±5,7 cm; 85,9±14,1 kg) and 21 male golfers (60,0±5,3 yrs; 179,4±5,2 cm; 82,4±7,4 kg) with a mean handicap of 20,0±7,1 participated in the study. We measured the cardiocirculatory and metabolic demands during 18-holes of golf (4 h) and during a 2 h tennis singles competition. Additionally all subjects underwent an incremental cycle ergometer test.

Heart rate (137±13 vs 103±10 bpm), lactate (2,3±0,7 vs 1,5±0,3 mmol/l) and oxygen uptake (1,8±0,2 vs 0,9±0,2 l/min) were significantly higher in tennis than in golf. Post exercise serum free fatty acids (1,51±0,57 vs 1,09±0,33 mmol/l) and glycerol (0,37±0,13 vs 0,21±0,06 mmol/l) as well as urine concentrations of epinephrine (2,4±3,0 vs 1,2±0,7 µg/100 mg creatinine) and norepinephrine (11,5±6,0 vs 6,7±2,0

µg/100 mg creatinine) were also significantly higher in tennis. Total energy consumption during 4 h golf and 2 h tennis was identical and reached 1000 kcal (gross amount, 80 kg body weight). During cycle ergometry tennis players disposed of a significant better maximum performance (196±32 vs 169±41 watt) and anaerobic threshold (163±23 vs 139±33 watt) than golfers.

In both sports positive effects on health are expected to occur due to the high caloric expenditure. Nevertheless, the stronger cardiocirculatory and metabolic demands in tennis indicate that only in tennis, the overall exercise intensity is sufficient to induce long term improvements in physical performance.

Key words: golf, tennis, senior players, energy metabolism, energy consumption, physical performance

Einleitung

Golf entwickelt sich in Deutschland zunehmend zum Breitensport. Die Zahl der Golf-Clubs ist seit 1980 von 160 auf 438 gestiegen. Den damals 50.000 organisierten Golfspielern stehen mittlerweile 225.000 aktive Golfer gegenüber. Auch der Deutsche Tennis Bund erlebte in der Vergangenheit ein exponentielles Wachstum (von 68.179 Mitgliedern 1950 auf 2.108.689 Mitglieder 1990). Speziell der Anteil an Spielern im mittleren und höheren Lebensalter steigt stetig an (28). Folglich ist die Frage nach dem physiologischen Beanspruchungsprofil der Lifetime-Sportarten Golf und Tennis speziell aus präventivmedizinischer Sicht von aktuellem Interesse.



Tabelle 1: Alter, Größe, Gewicht und Spielcharakteristika der untersuchten Spieler

| Untersuchungsgut | Golf (n=21) | Tennis (n=18) | Sig |
|--------------------------------|-------------|---------------|-----|
| Alter (J) | 60,0±5,3 | 59,1± 2,3 | ns |
| Größe (cm) | 179,4±5,2 | 177,5± 5,7 | ns |
| Gewicht (kg) | 82,4±7,4 | 85,9±14,1 | ns |
| Spielerfahrung | 10,2±4,1 | 25,4± 8,2 | ** |
| Spieldauer Sommer (Std./Woche) | 10,4±5,1 | 5,3± 3,4 | ** |
| Spieldauer Winter (Std./Woche) | 6,1±3,3 | 3,2± 1,2 | ** |
| Leistungskategorie | HC 20,0±7,1 | 1./2. Bk H 55 | |

HC (= Handicap); BK (= Bezirksklasse); H 55 (= Altersklasse Herren ≥ 55 Jahre)

Trotz der enormen Zuwachsraten des Golfsports liegen bislang keine repräsentativen Untersuchungen zu den kardio-zirkulatorischen, metabolischen und psychischen Anforderungen vor (9, 16, 20). Eine Vergleichbarkeit zu den Befunden im Tennis (7, 12, 14, 27, 29, 30) ist aufgrund methodischer Abweichungen bisher nicht gegeben. Das Ziel unserer Studie war demnach eine differenzierte Analyse des Beanspruchungsprofils von Golf und Tennis im Hinblick auf den Gesundheitswert beider Sportarten für Spieler im Seniorenalter.

Methodik

Untersuchungsgut

Insgesamt nahmen 21 männliche Golfer und 18 männliche Tennisspieler im Seniorenalter an der Untersuchung teil. Es handelte sich durchweg um aktive Turnierspieler auf mittlerem Leistungsniveau. Mittelwerte und Standardabweichungen zu den anthropometrischen Daten sowie ergänzende Informationen zu den Spielhäufigkeiten und -charakteristika sind der Tabelle 1 zu entnehmen.

Untersuchungsgang

Die Untersuchung bestand aus zwei Abschnitten. Zunächst absolvierten alle Probanden eine detaillierte Gesundheits- und Leistungsüberprüfung mittels Fahrradergometrie. Alle Probanden ohne nennenswerten pathologischen Befund beteiligten sich anschließend an einer Felduntersuchung unter sportartspezifischen Bedingungen. Begleitend wurde die Motivstruktur der Golfer mittels eines Fragebogens erfaßt. Die Probanden waren aufgefordert aus einer Liste von zehn vorgegebenen Motiven die

hauptsächliche Faszination der Sportart zu benennen.

24 Stunden vor den Felduntersuchungen war jegliche körperliche Aktivität untersagt. Am Versuchstag erhielten die Probanden ein standardisiertes kohlenhydratreiches Mittagessen (12.30 Uhr). Spielbeginn war jeweils um 15.00 Uhr. Während der Belastungszeit war außer der Zufuhr von Mineralwasser keine weitere Substitution erlaubt. Trinkmenge und Gewichtsveränderungen wurden registriert. Die Umgebungstemperaturen betragen beim Golf zwischen 19°C und 30°C und beim Tennis zwischen 18°C und 25°C im Schatten.

Die Golf-Untersuchungen erfolgten im Golf- und Landclub Bad Neuenahr-Ahrweiler. Aufgeteilt auf sieben Dreier Flights absolvierten alle 21 Probanden eine 18-Loch-Runde. Bei jeweils einem der drei Mitspieler eines Flights wurden Gehdistanz und Nettolaufzeit mittels Meßrad und Stoppuhr registriert. Die Tennisspieler absolvierten Einzelwettkämpfe über eine Dauer von zwei Stunden auf Sandplätzen. Die Einschlagzeit war auf zehn Minuten festgelegt. Wir ermittelten auch hier die Nettospielzeit (30).

Untersuchungsverfahren

Die Fahrradergometrie erfolgte nach dem von der WHO empfohlenen Belastungsschema (Steigerung um jeweils 25 Watt alle 2 min) bis zur subjektiven Erschöpfung (34). Wir bestimmten die absolute und körpergewichtsbezogene maximale Wattleistung, die Leistung bei 4 mmol/l Blutlaktat (18) und die PWC₁₃₀. Die Differenzen zur alters- und gewichtsbezogenen maximalen Sollleistung

Tabelle 2: Ergebnisse der Fahrradergometrie: Dargestellt sind absolute Leistung und Leistung an der aerob-anaeroben Schwelle (4 mmol/l) sowie körpergewichtsbezogene Leistung (relativ) und PWC₁₃₀ (Leistung bei Puls 130) jeweils mit Ist-Sollwert-Vergleich

| Leistungsfähigkeit | Golf (n=21) | Tennis (n=18) | Sig |
|------------------------------------|-------------|---------------|-----|
| absolut (Watt) | 169±41 | 196±32 | * |
| 4 mmol/l (Watt) | 139±33 | 163±23 | ** |
| relativ (Watt/kg) | 2,05±0,48 | 2,32±0,53 | ns |
| relativ (Ist-Soll') (%) | -3,1±19,5 | 9,0±24,2 | ns |
| PWC ₁₃₀ (Watt) | 136±27 | 150±31 | ns |
| PWC ₁₃₀ (Ist-Soll') (%) | 6,9±20,5 | 15,4±26,0 | ns |

1 Berechnung nach (25)

und zur gewichtsbezogenen Sollleistung bei der PWC₁₃₀ sowie die maximale Sauerstoffaufnahme ($\dot{V}O_{2max}$ [ml/min] = 300 + 12 x Watt max) wurden nach den hierfür gebräuchlichen Formeln berechnet (25, 26).

Während der Felduntersuchungen registrierten wir bei allen Probanden kontinuierlich in 15 Sekunden-Abständen die Herzfrequenz (Polar Sport-Tester, Kempele, Finnland). Bei jeweils sechs Golf- und Tennisspielern wurden zusätzlich die Atemgase ($\dot{V}O_2$, $\dot{V}CO_2$) während des Spiels mittels des portablen Spirometrieapparates X1 der CORTEX GmbH (Leipzig, Deutschland) aufgezeichnet. Die Berechnung des Energieumsatzes erfolgte gemäß den Befunden zur Sauerstoffaufnahme und unter Berücksichtigung des respiratorischen Quotienten mittels indirekter Kalorimetrie (13).

Ferner bestimmten wir in 30 minütigen Abständen Laktat im Kapillarblut (Ependorf-Analyser 5060, Hamburg, Deutschland) sowie vor, während (nur im Golf am 9. Loch) und unmittelbar nach Belastung freie Fettsäuren (FFS), Glycerin (Cobas Bio Zentrifugalanalysator, Hoffmann-La Roche, Basel, Schweiz) und Insulin (Enzym-Immunoassay ES 300, Boehringer, Mannheim, Deutschland) im Serum. Vor und nach Belastung wurden die Urinkonzentrationen von Adrenalin und Noradrenalin analysiert (HPLC, Chromsystems, München, Deutschland) und zur Kreatininausscheidung relativiert (33). Plasmavolumenänderungen berechneten wir nach Van Beaumont (3) aus den Befunden zum Hämatokrit (Sysmex Dualdilutor DD100, Digitana AG, Deutschland).

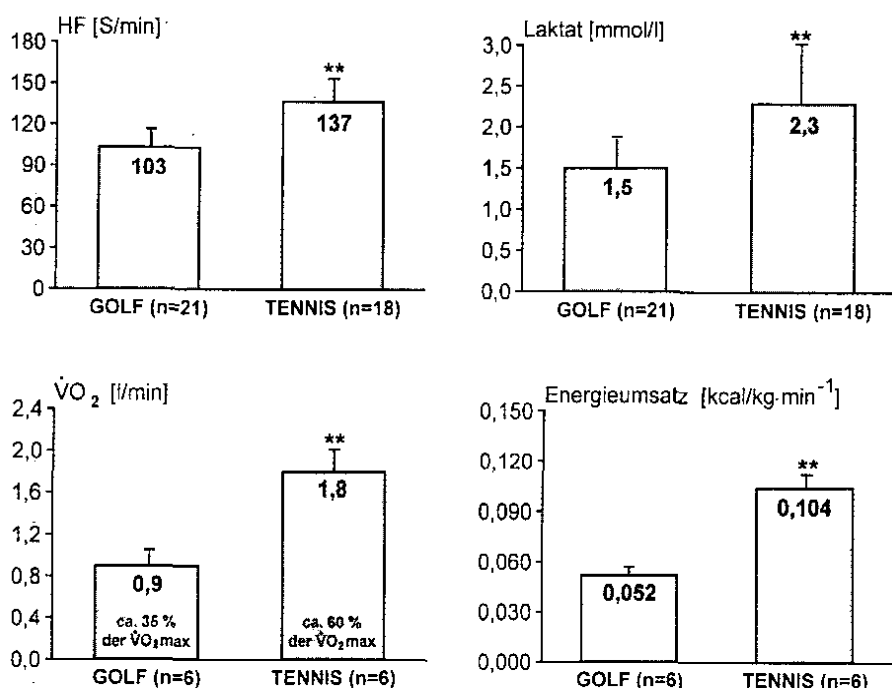


Abbildung 1: Herzfrequenz, Blutlaktat, Energieumsatz und Sauerstoffaufnahme (einschließlich prozentuale Ausschöpfung der nach Rost et al. (26) berechneten $\dot{V}O_2$ max) beim Tennis und Golf im Seniorenalter (dargestellt sind Mittelwert und Standardabweichung der individuellen Durchschnittswerte über die gesamte Belastungsdauer)

Statistik

Verfahren der beschreibenden Statistik waren arithmetisches Mittel und Standardabweichung. Zur Prüfstatistik dienten die zweifaktorielle Varianzanalyse mit Meßwiederholung (ANOVA) und der t-Test für unabhängige Stichproben. Heterogene Varianzen wurden adjustiert und signifikante Einzeleffekte nach Newman-Keuls berechnet. Als Signifikanzgrenzen galten $p \leq 0.05$ (*) und $p \leq 0.01$ (**).

Ergebnisse

Im Golf betrug die Spieldauer für eine 18 Loch-Runde 255 ± 15 min. In dieser Zeit absolvierten die Spieler 101 ± 6 Schläge und legten eine Wegstrecke von 8530 ± 333 m zurück. Wir ermittelten eine Nettolaufzeit (ohne Schlagvorbereitung und -durchführung) von ca. 90 min (35 %). Während der Spielzeit wurden $1,5 \pm 0,5$ l Flüssigkeit aufgenommen. Das Körpergewicht (Messung inkl. Golfkleidung) fiel von $86,4 \pm 8,8$ kg auf $85,0 \pm 8,8$ kg ab. Der Hämatokrit sank von $45,1 \pm 3,5$

% auf $43,6 \pm 3,5$ %. Das Plasmavolumen stieg um 6,2 % an (3).

Während der zweistündigen Tenniswettkämpfe ergab die Spielanalyse eine Nettospielzeit von 24 ± 10 min ($20,6 \pm 8,2$ %). Die mittlere Ballwechseldauer betrug $7,2 \pm 3,7$ s. Hämatokrit (von $41,8 \pm 4,5$ % auf $42,6 \pm 3,7$ %) und Plasmavolumen (-3%) blieben weitgehend konstant (3).

Alle Parameter zur Belastungsintensität differierten statistisch hochsignifikant zwischen Golf und Tennis (Abb. 1). Herzfrequenz und Laktat lagen im Tenniswettkampf auf einem deutlich höheren Niveau als beim Golf. Die durchschnittliche Sauerstoffaufnahme erreichte beim Golf nur die Hälfte des Mittelwertes beim Tennis (Abb. 1).

Der Fettstoffwechsel und dessen hormonelle Steuerung unterschieden sich deutlich zwischen beiden Sportarten. Die Serumkonzentrationen von FFS und Glycerin lagen nach einem zweistündigen Tenniswettkampf statistisch signifikant über jenen nach 9 bzw. 18 Löchern im Golf (Abb. 2). Beim Golf erfolgte nur während der ersten Spielhälfte ein signi-

fikanter Anstieg beider Parameter. Die Serumkonzentrationen von Insulin verhielten sich exakt entgegengesetzt und nahmen im Ablauf beider Belastungen hochsignifikant ab. Bei gleicher Belastungsdauer (nach 2 Std. bzw. an Loch 9) fiel die Insulinsenkung im Tenniswettkampf stärker aus (Abb. 2). Die gegensätzlichen Veränderungen des Plasmavolumens (Anstieg beim Golf und Abfall beim Tennis) waren für die Konzentrationsverhältnisse der Serumkonstituenten ohne statistische Relevanz.

Die Nachbelastungskonzentrationen der Katecholamine im Urin erreichten im Tennis ein signifikant höheres Niveau. Beim Golf stieg nur Noradrenalin während der Spielzeit gegenüber dem Ruhewert an (Abb. 2).

Während der Fahrradergometrie erzielten die Tennisspieler eine signifikant höhere maximale absolute Wattleistung (Tab. 2). Auch die Leistung an der aerob-anaeroben Schwelle differierte deutlich zugunsten der Tennisspieler ($p \leq 0,01$). Alle übrigen Leistungskriterien unterschieden sich nur tendentiell zwischen beiden Gruppen. Die alters- und gewichtsbezogene maximale Solleistung (25) wurde von den Golfspielern nicht erreicht; von den Tennisspielern dagegen um ca. 10 % überboten.

Im Mittel kann von einer hinreichenden kardialen Ausbelastung ausgegangen werden (bei Belastungsabbruch betrug die Herzfrequenz bei den Golfern 144 ± 19 S/min und bei den Tennisspielern 149 ± 18 S/min). Trotzdem ist zu berücksichtigen, daß sechs Golfer (29 %) und vier Tennisspieler (22 %) den Test bereits vor Erreichen der unteren maximalen Grenzfrequenz (26) beendeten. Folglich resultierte aus dem Vergleich der submaximalen Leistung (PWC_{130}) mit den entsprechenden Sollwerten (25) in beiden Gruppen ein günstigeres Ergebnis (Tab. 2).

Diskussion

Beanspruchungsprofil

Kennzeichnend für das Beanspruchungsprofil beim Golf sind die lange Belastungsdauer von über vier Stunden, die hohe Nettolaufzeit (90 min bzw. 35 %) und das Bewältigen einer beachtlichen Wegstrecke von ca. 8500 m. Die Ereig-

WISSENSCHAFT

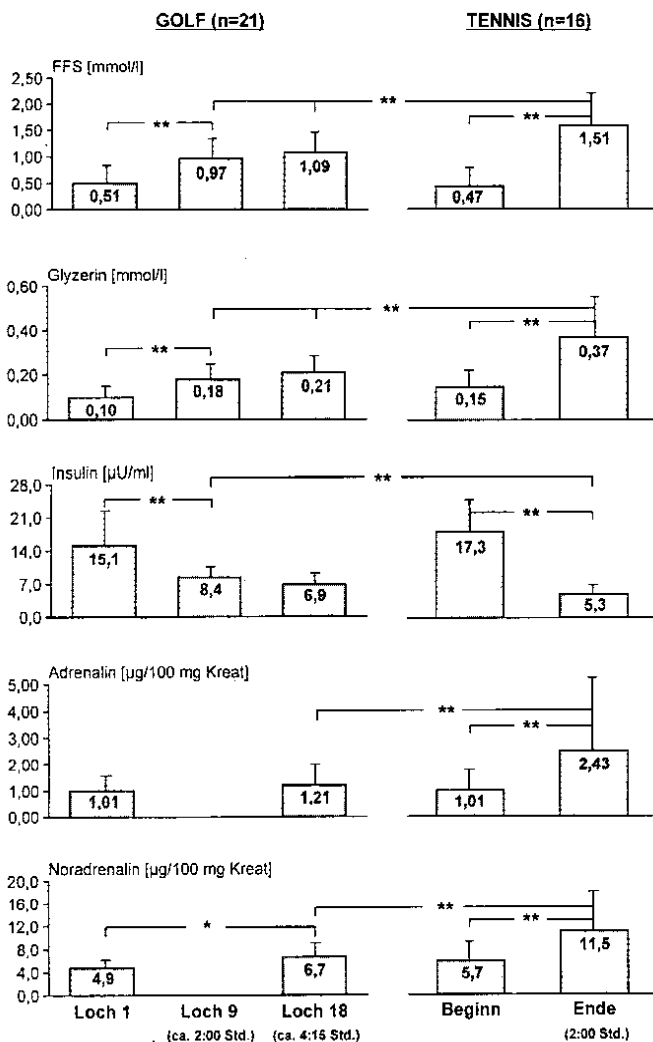
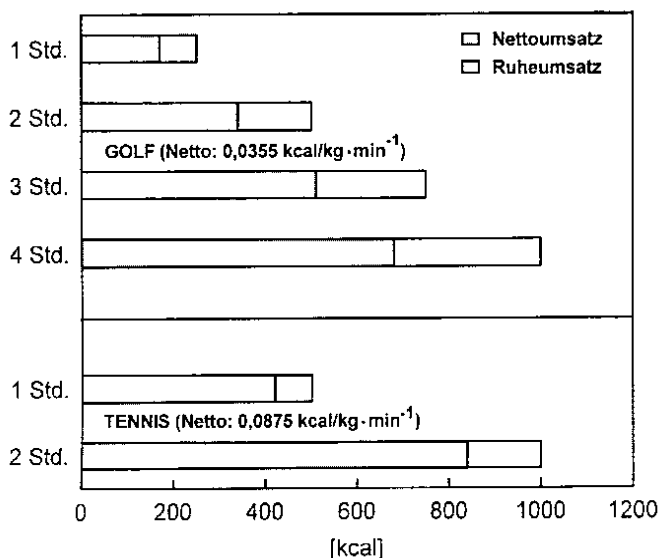


Abbildung 2: Serumkonzentrationen von freien Fettsäuren (FFS), Glycerin und Insulin sowie Urinkonzentrationen von Adrenalin und Noradrenalin beim Tennis und Golf im Seniorenalter

Abbildung 3: Durchschnittlicher Kalorienverbrauch pro 80 kg KG männlicher Tennis- und Golfspieler im Seniorenalter bei üblicher Spieldauer



nisdichte ist in diesem Zeitraum dagegen gering, da im Durchschnitt insgesamt nur 100 Schläge absolviert wurden. Dies bedeutet, daß im Mittel zweieinhalb Minuten zwischen den einzelnen Schlägen vergingen. Beim Tennis waren sowohl die Nettopspielzeit (24 von 120 min bzw. 21 %) als auch die Laufstrecke erheblich geringer (ca. 1500-2500 m). Die Spieler absolvierten in dieser Zeit jedoch bis zu 500 Schläge (15).

Die Unterschiede der Belastungsnormative verursachen eine statistisch signifikant geringere kardiopulmonale und metabolische Ausbelastung beim Golf. Dies betrifft mit Herzfrequenz, Blutlaktat und Sauerstoffaufnahme einheitlich alle Parameter zur Beurteilung der Belastungsintensität (Abb. 1). Wir führen dies vorrangig auf die erheblich dichtere Schlagfolge beim Tennis und die höhere Bewegungsgeschwindigkeit zurück. Speziell die Schlagbewegungen tragen im Tennis trotz eines fehlenden Einflusses auf die reine Wegleistung zu einer nennenswerten Erhöhung des Energiebedarfs bei. Dies gilt insbesondere bei vorbildlicher Beinarbeit und bei ausgeprägter Verlagerung des Körperschwerpunktes während der Schlagbewegung.

Die Ergebnisse zur Sauerstoffaufnahme beim Spiel (Abb. 1) erlauben in Kombination mit den Befunden der Fahrradergometrie (Tab. 2) eine Abschätzung der prozentualen Ausschöpfung des maximalen Leistungsvermögens. Voraussetzung hierfür ist die Berechnung der maximalen Sauerstoffaufnahme ($\dot{V}O_{2max}$) aus der maximalen Wattleistung (26). Demnach ergibt sich eine $\dot{V}O_{2max}$ von $2,3 \pm 0,8$ l/min für die Golfspieler und von $2,7 \pm 0,7$ l/min für die Tennisspieler. Die alterskorrigierte Ableitung der entsprechenden Größen nach dem Nomogramm von Åstrand und Ryhming (1) führt zu geringfügig höheren Werten ($2,4$ vs $2,8$ l/min).

Die mittlere Ausschöpfung der maximalen Herz-Kreislauf-Kapazität kann bei einer durchschnittlichen Sauerstoffaufnahme von $0,9 \pm 0,2$ l/min beim Golf bzw. von $1,8 \pm 0,2$ l/min beim Tennis (Abb. 1) demnach auf ca. 39 % beim Golf bzw. auf ca. 67 % beim Tennis geschätzt werden. Auch andere Autoren legen die Beanspruchung beim Golf mit 38 % der $\dot{V}O_{2max}$ in einem praktisch identischen Bereich fest (20). Beim Tennis liegen die Angaben gewöhnlich zwischen 50 und 65 % der Maximalleistung (14, 27, 30). Da bei einem Viertel der Probanden in beiden Untersuchungsgruppen keine vollständige Ausbelastung während der Fahrradergometrie vorlag, sind die angegebenen Werte jedoch eher zu hoch angesiedelt. Ferner ist zu berücksichtigen, daß bei Laufbeanspruchungen gewöhnlich eine um ca. 5-10 % höhere Sauerstoffaufnahme meßbar ist (11). Somit müssen die Angaben zur mittleren Ausschöpfung der $\dot{V}O_{2max}$ auf höchstens 35 % bei den Golfern und auf maximal 60 % bei den Tennisspielern korrigiert werden.

Energiestoffwechsel und Energieumsatz

Die metabolischen und hormonellen Reaktionen unterscheiden sich erheblich zwischen Golf und Tennis (Abb. 2). Die Lipolyse wird im Tenniswettkampf bereits früher und intensiver aktiviert als beim Golf. Hauptverantwortlich hierfür sind die höhere Belastungsintensität und der entsprechende Energieumsatz (Abb. 3). Die Lipolyserate steigt gewöhnlich mit zunehmender Beanspruchung an und wird erst bei Belastungen über 70 % der $\dot{V}O_{2max}$ infolge der antilipolytischen Wirkung des Laktats verringert bzw. unterdrückt (23).



Unsere Befunde zur Serumkonzentration von Insulin und zur Urinkonzentration der Katecholamine stehen im Einklang zu den Reaktionen des Fettstoffwechsels (Abb. 2). Die Lipolyse basiert vornehmlich auf der β -adrenergen Stimulation der Triglyceridlipase und deren gleichzeitiger Enthemmung bei Insulinsenkung (32). Folglich steht die intensivierete Lipolyse beim Tennis im Zusammenhang mit dem stärkeren Abfall der Insulinkonzentration im Serum (Abb. 2). Die Konzentration der Katecholamine im Urin verdeutlicht darüberhinaus den unterschiedlichen adrenergen Einfluß in beiden Sportarten. Die von den Nieren extrahierte Katecholaminmenge erlaubt einen Rückschluß auf die mittlere Katecholaminkonzentration im Gewebe und im Blut während der Sammelphase. Unsere Ergebnisse sprechen demnach dafür, daß die Adrenalinausschüttung beim Tennis deutlich höher ist als beim Golf und somit ebenfalls zu einer Intensivierung der Lipolyse beiträgt (Abb. 2).

Die erhöhte Verfügbarkeit von freien Fettsäuren im Serum der Tennisspieler korrespondiert mit einem absolut vermehrten Umsatz der Fette pro Zeiteinheit im Rahmen der Energiebereitstellung in der Muskelzelle (10). Dagegen nimmt der prozentuale Anteil der Fettverbrennung aufgrund der höheren Intensität ab (19). Hierauf deuten unsere Befunde zum respiratorischen Quotienten (RQ) beim Tennis (0,94) und Golf (0,88) hin. Demnach beträgt der prozentuale Anteil der Fettverbrennung an der Energiebereitstellung beim Golf ca. 40 % und beim Tennis ca. 20 % (13).

Aus den Durchschnittswerten von $\dot{V}O_2$ und RQ kann der zeit- bzw. körpergewichtsabhängige Energieumsatz beim Golf und Tennis mittels indirekter Kalorimetrie ermittelt werden (Abb. 3). Der Nettoumsatz eines 80 kg schweren männlichen Seniorensportlers beträgt demnach pro Spielstunde beim Golf 170 kcal (710 kJ) und beim Tennis 420 kcal (1760 kJ). Andere Autoren berichten über ähnliche Ergebnisse (9, 16). Aus unseren Befunden kann als Leitlinie formuliert werden, daß der Bruttoumsatz (inkl. Ruheumsatz) während eines zweistündigen Tennissettkampfes (ca. 1000 kcal bzw. 4200 kJ) in etwa jenem einer 18 Loch-Runde im Golf entspricht, die in der Regel mehr als vier Stunden dauert (Abb. 3).

Gesundheitswert

Die Beurteilung des gesundheitlichen Nutzens von Golf und Tennis erfolgt unter Berücksichtigung der folgenden Aspekte:

1. Kalorienmehrverbrauch
2. Leistungsfähigkeit
3. Kardiovaskuläres Risikopotential
4. Entspannung und Regeneration

Ad 1: Seniorengolfer in dem von uns untersuchten Kollektiv spielen wöchentlich während der Sommermonate ca. 10 Stunden und während der Wintermonate ca. 5 Stunden. Die Tennisspieler betreiben ihr Hobby im Sommer ca. 5 Std./Woche und im Winter ca. 3 Std./Woche (Tab. 1). Aus dem zeit- und körpergewichtsbezogenen kalorischen Nettoumsatz beim Golf ($0,0355 \text{ kcal/kg} \times \text{min}^{-1}$) und Tennis ($0,0875 \text{ kcal/kg} \times \text{min}^{-1}$) ergibt sich somit beim Golf ein wöchentlicher Kalorienmehrverbrauch von 1700 kcal im Sommer und von 1020 kcal im Winter bzw. beim Tennis von 2100 kcal im Sommer und von 1260 kcal im Winter. Zumindest während der Sommermonate befinden sich somit alle Probanden in jenem Intervall des wöchentlichen Kalorienmehrverbrauchs (mehr als 1500 kcal), in dem nach *Paffenbarger et al.* (21) von einer deutlichen Verringerung des relativen Sterberisikos gegenüber fehlender oder unzureichender körperlicher Aktivität ausgegangen werden kann. Während des Winters sollten jedoch Golf- und Tennisspieler eine Erhöhung des Kalorienmehrverbrauchs anstreben. Dies wird beispielsweise durch eine zwei- bis dreistündige zügige Wanderung (2-3 mal/Woche) oder die Beteiligung an breitensportlich orientierten Laufveranstaltungen (1-2 mal/Woche) erzielt.

Im Gesamtjahresdurchschnitt ermöglichen jedoch beide Sportarten, insbesondere aufgrund ihrer Belastungsdauer einen beachtlichen Kalorienmehrverbrauch (Abb. 3) und eine Steigerung der Fettverbrennung. Hierdurch können mittel- und langfristig positive Effekte auf Körpergewicht und Lipidprofil erwartet und der Entstehung des metabolischen Syndroms entgegengewirkt werden (4).

Ad 2: Die Ergebnisse der Fahrradergometrie geben einen Hinweis darauf, ob eine jahrzehntelange regelmäßige sportliche Aktivität auf dem Golf- oder Ten-

nisplatz mit einem Anstieg der allgemeinen körperlichen Leistungsfähigkeit einhergeht. Dies ist von präventivmedizinischem Interesse, da verschiedene epidemiologische Studien zweifelsfrei belegen, daß ein Anstieg der körperlichen Leistungsfähigkeit mit einer Senkung des Morbiditäts- und Mortalitätsrisikos einhergeht (5). Unsere Befunde deuten daraufhin, daß entsprechende Adaptationen nur durch den Tennissport erreicht werden können. Die untersuchten Tennisspieler erzielten im maximalen und submaximalen Belastungsbereich statistisch signifikant oder zumindest tendenziell günstigere Ergebnisse (Tab. 2). Der Vergleich mit der Leistungsfähigkeit von Normalpersonen ergab für die Tennisspieler eine um 10-15 % erhöhte Leistungsfähigkeit, während die Golfspieler den altersentsprechenden Standard unterbieten (Maximalleistung) oder nur geringfügig übertreffen (PWC_{130}). Ein Ausbleiben entsprechender Adaptationen bei Golfern wurde bereits von *Crews et al.* (8) beschrieben.

Die erhobenen Daten erlauben keine vollständige Kausalanalyse, da verschiedene leistungsbeeinflussende Lebensgewohnheiten nicht registriert wurden. Es bleibt somit offen, ob die Leistungsfähigkeit der Tennisspieler nur auf regelmäßiges Tennisspiel (Protektion) oder auch auf sonstige sportliche Aktivitäten bzw. auf erb- und umweltbedingte Einflüsse (Selektion) zurückzuführen ist. Die Ergebnisse zur Belastungsintensität im Spiel (Abb. 1) belegen jedoch, daß der von *Blair et al.* (5) empfohlene Bereich für ein optimal wirksames Gesundheitstraining (50-80 % der $\dot{V}O_{2\text{max}}$) nur im Tennis erreicht wird, so daß ein Trainingseffekt sehr wahrscheinlich ist (31). Die körperliche Beanspruchung beim Golf (ca. 35 % der $\dot{V}O_{2\text{max}}$) liegt dagegen von der erforderlichen Minimalchwelle deutlich entfernt, so daß nur unter erheblicher Änderung der Spielgewohnheiten (z.B. Tasche schultern, Spiel im Zweier Flight, limitierte Suchzeit, Bevorzugung hügeliger Platzanlagen etc.) eine adäquate Reizsetzung erfolgt.

Ad 3: Die deutlich höhere mittlere Belastungsintensität im Tennis kann nicht uneingeschränkt positiv beurteilt werden. Aufgrund der intervallartigen Beanspruchung reichen die Belastungsspitzen beim Tennissettkampf im Seniorenalter in Einzelfällen bis an die maximale kör-



Rangfolge der Hauptmotive
zum Golf im Seniorenalter (n=56)

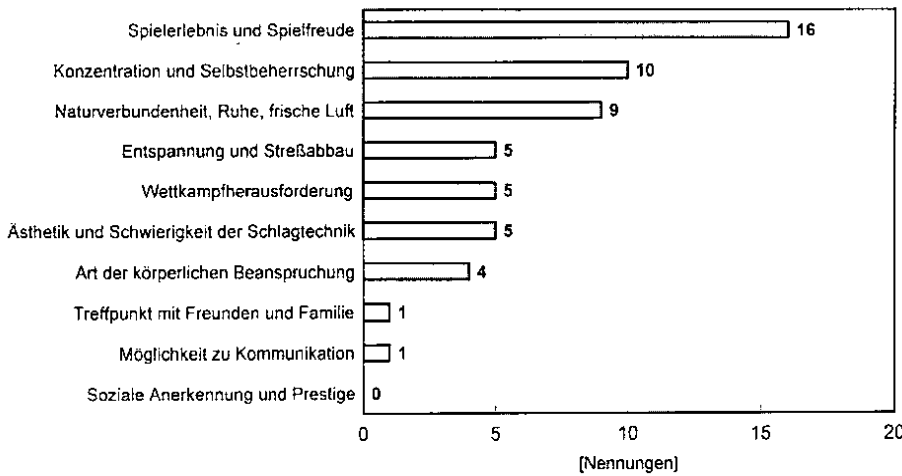


Abbildung 4: Anzahl der Nennungen auf die Frage nach den Hauptmotiven (1. Wahl) für die Ausübung des Golfsports

perliche Leistungsfähigkeit heran, so daß der Tennissport insbesondere bei bestehenden Vorschädigungen ein höheres kardiovaskuläres Gefährdungspotential aufweist (22, 31).

Andererseits liegt häufig der Golfsport an der Spitze der Statistik von Todesfällen im Sport (24). Aufgrund unserer Befunde können Qualität und Quantität der Beanspruchungen als Ursache für diese alarmierenden Daten weitgehend ausgeschlossen werden. Hauptverantwortlich dürfte vornehmlich das vergleichsweise hohe Durchschnittsalter der Golfspieler sein. Wir empfehlen daher eine jährliche Vorsorge-Untersuchung für alle Tennis- und Golfspieler spätestens ab dem vierzigsten Lebensjahr. Mit dieser Präventivmaßnahme könnte wenigstens ein Teil der kardialen Zwischenfälle auf dem Tennis- (22) bzw. auf dem Golfplatz (24) verhindert werden.

Ad 4: Die Urinkonzentration der Stresshormone lag beim Golf nach Belastungsende deutlich unter jener beim Tennis (Abb. 2). Die Adrenalinausschüttung steigt nicht nur in Abhängigkeit von der Intensität einer Belastung (17), sondern auch bei Wettkampfstress deutlich an (2). Unsere Befunde dokumentieren folglich auch eine erheblich geringere psychische Beanspruchung beim Golf. Sogar während eines vorgabewirksamen Golfturniers ermittelten wir im Rahmen einer Folgeuntersuchung keine höhere Adrenalinkonzentration im Urin als unter Trainingsbedingungen. Ursächlich hierfür ist unter anderem der geringere Leistungsdruck. Der interpersonelle Lei-

stungsvergleich und der geringe Bewertungsspielraum im Tennis (Gewinner oder Verlierer) geht vermutlich mit einem höherem Wettkampfstress einher, als der intrapersonelle Vergleich zum persönlichen Handicap.

Darüberhinaus unterstreichen verschiedene Autoren die stresslösende, psycho-relaxierende und euphorisierende Wirkung von Golf und führen diese auf die naturbelassene und ruhige Stimmung des Golfplatzes zurück (6). Nach unserer Umfrage nehmen die Faktoren „Naturverbundenheit, Ruhe, frische Luft“ sowie „Entspannung und Stressabbau“ in ihrer Addition tatsächlich einen gewichtigen Stellenwert in der Motivation des Golfspielers ein (Abb. 4).

Zusammenfassend wirkt Tennis demnach stärker anregend, während beim Golf der beruhigende Einfluß überwiegt. Golf kann somit speziell jenen Personen des mittleren und höheren Lebensalters empfohlen werden, die einen Ausgleich von überhöhter Alltagsbelastung suchen und/oder ihre Freizeitbeschäftigung vorrangig unter den Aspekten der Regeneration und Rekreation auswählen.

Schlußfolgerungen

1. Golf und Tennis ermöglichen einen erheblichen Kalorienmehrverbrauch. Hierdurch kann ein positiver Effekt auf Körpergewicht und Lipidprofil erwartet und der Entstehung des metabolischen Syndroms entgegengewirkt bzw. dieses abgebaut werden.

2. Beim Tennis ist der Energieumsatz pro Zeit gegenüber dem Golf verdoppelt und die kardiozirkulatorische und metabolische Beanspruchung deutlich erhöht. Nur durch den Tennissport kann bei regelmäßigem Spiel eine Verbesserung der körperlichen Leistungsfähigkeit erzielt werden.

3. Beim Golf liegt die psychische Beanspruchung weit unter jener beim Tennis. Entspannung, Regeneration und Rekreation sind somit durch Golf eher zu verwirklichen.

Literatur

1. Åstrand, P.O., I. Ryhming: A nomogram for calculation of aerobic capacity (physical fitness) from pulse rate during submaximal work. *J. Appl. Physiol.* 7 (1954), 218-221.
2. Baron, R., R. Petschnig, N. Bachl, G. Raiberger, G. Smekal, P. Kastner: Catecholamine excretion and heart rate as factors of psychophysical stress in table tennis. *Int. J. Sports Med.* 13 (1992), 501-505.
3. Beaumont Van, W.: Evaluation of hemoconcentration from hematocrit measurements. *J. Appl. Physiol.* 32 (1972), 712-713.
4. Berg, A., M. Halle, M. Baumstark, I. Frey, J. Keul: Einfluß und Wirkungsweise der körperlichen Aktivität auf Lipid- und Lipoproteinstoffwechsel. *Dtsch. Z. Sportmed.* 42 (1991), 224-231.
5. Blair, S.N., H.W. Kohl, N.F. Gordon, R.S. Paffenbarger: How much physical activity is good for health? *Ann. Rev. Publ. Health* 13 (1992), 99-126.
6. Caldarone, G.: Aspetti medici del golf. *Med. Sport* 34 (1981), 67-71.



7. Clasing, D., G. Vogler: Telemetrische Beobachtungen der Herzfrequenz beim Tennisspiel älterer Sportler. In: Demling L., K. Bachmann (Hrsg.): Biotelemetrie. Thieme, Stuttgart 1970, 66-71.

8. Crews, D., G. Thomas, J.H. Shirreffs, H.M. Helfrich: A physiological profile of ladies professional golf association tour players. *Physician and Sportsmed.* 12 (1984), 69-74.

9. Getchell, L.H.: Energy cost of playing golf. *Arch. Phys. Med. Rehab.* 24 (1968), 31-35.

10. Havel, R.J., A. Naimark, C.F. Borchgreruk: Turnover rate and oxidation of free fatty acids of blood plasma in man during exercise: studies during continuous infusion of palmitate-1-C14. *J. Clin. Invest.* 42 (1963), 1054-1063.

11. Hollmann, W., B. Schmücker, H. Heck, A. Stolte, H. Liesen, M.D. Fotescu, D. Mathur: Über das Verhalten spiroergometrischer Meßgrößen bei Radrennfahren auf dem Laufband und auf dem Fahrradergometer. *Sportarzt u. Sportmed.* 7 (1971), 153-160.

12. Keul, J., N. Schwärzer, P. Adolph: Herzfrequenz und arterielle Substratspiegel bei Tennisspielern während des Trainings. *Dtsch. Med. Wschr.* 95 (1970), 462-466.

13. Keidel, W.D.: Physiologie. Thieme, Stuttgart 1975.

14. Kindermann, W., A. Schnabel, W.M. Schmitt, K. Flöthner, G. Biro, M. Lehmann: Verhalten von Herzfrequenz und Metabolismus beim Tennis und Squash. *Dtsch. Z. Sportmed.* 32 (1981), 229-238.

15. Kollath, E.: Bewegungsanalysen in den Sportspielen. Kinematisch-dynamische Untersuchungen mit Empfehlungen für die Praxis. Sport und Buch Strauß, Köln 1996.

16. Lampley, J.H., P.M. Lampley, E.T. Howley: Caloric cost of playing golf. *Research Quarterly* 48 (1977), 637-639.

17. Lehmann, M., J. Keul, G. Huber, M. Da Prada: Plasma catecholamines in trained and untrained volunteers during graduated exercise. *Int. J. Sports Med.* 2 (1981), 143-147.

18. Mader, A., H. Liesen, H. Heck, H. Philippi, R. Rost, P. Schürch, W. Hollmann: Zur Beurteilung der sportartspezifischen Ausdauerleistungsfähigkeit im Labor. *Sportarzt u. Sportmed.* 27 (1976), 80-88 u. 109-112.

19. Martin, W.H., G.P. Dalsky, B.F. Hurley, D.E. Matthews, D.M. Bier, J.O. Hagberg, J.O. Holloszy: Effect of endurance training on plasma FFA turnover and oxidation during exercise. *Am. J. Physiol.* 265 (Endocrinol. Metab. 28) (1993), E708-E714.

20. Murase, Y., S. Kamei, T. Hoshikawa: Heart rate and metabolic responses to participation in golf. *J. Sports Med. Phys. Fitness* 29 (1989), 269-272.

21. Paffenbarger, R.S., R.T. Hyde, A.L. Wing, I.M. Lee, D.L. Jung, J.B. Kampert: The association of changes in physical-activity level and other lifestyle characteristics with mortality among men. *New Engl. J. Med.* 328 (1993), 538-545.

22. Pool, J.: Sudden death and sports. In: Fagard, R., D. Bekaert (Hrsg.): *Sports cardiology.* Nighoff, Dordrecht/Boston/Lancaster 1986, 223-227.

23. Pruett, E.D.R.: FFA mobilization during and after prolonged severe muscular work in men. *J. Appl. Physiol.* 29 (1970), 809-815.

24. Ragosta, M., J. Crabtree, W.Q. Sturner, P.D. Thompson: Death during recreational exercise in the State of Rhode Island. *Med. Sci. Sports Exerc.* 16 (1984), 339-342.

25. Rost, R., W. Hollmann: Belastungsuntersuchungen in der Praxis. Thieme, Stuttgart/New York 1982.

26. Rost, R., D. Lagerström, K. Völker: Die Fahrradergometrie und körperliches Training bei Herz-Kreislauf-Patienten. *Echo*, Köln 1996.

27. Seliger, V., M. Ejem, V. Šafarik: Energy metabolism in tennis. *Int. Z. angew. Physiol.* 31 (1973), 333-340.

28. Sklorz, M.: Stellung und Bedeutung der Seniorinnen und Senioren im Breitensport. In: Hölting, N., K. Weber, H. Funhoff (Hrsg.): *Tennis im höheren Lebensalter aus interdisziplinärer Sicht.* Czwalina, Hamburg 1995, 169-174.

29. Therminarias, A., P. Dansou, M.F. Chirpaz-Oddou, C. Gharib, A. Quirion: Hormonal and metabolic changes during a strenuous tennis match. Effect of ageing. *Int. J. Sports Med.* 12 (1991), 10-16.

30. Weber, K.: Der Tennissport aus internistisch-sportmedizinischer Sicht. Richarz, St. Augustin 1987.

31. Weber, K., A. Ferrauti, H.K. Strüder: Hämodynamische und metabolische Beanspruchung bei Seniorentennisspielern(-innen):

Nutzen oder Risiko? Ausgewählte Befunde in der Übersicht. *Dtsch. Z. Sportmed.* 46 (1995), 521-529.

32. Weicker, H., G. Strobel: *Sportmedizin. Biochemisch-physiologische Grundlagen und ihre sportartspezifische Bedeutung.* Fischer, Stuttgart/Jena/New York 1994.

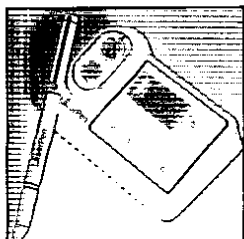
33. Weiß, M., R. Pollert, R. Stehle, H. Weicker: Differences in sympathoadrenal, hormonal, and metabolic adaptation to submaximal and maximal arm and leg work compared with whole stroke in breast-style swimming. *Int. J. Sports Med.* 8 (1988), 118-124, Supplement.

34. WHO: Exercise tests in relation to cardiovascular function. *Technicreports Series No. 338*, Genf 1968.

Wir danken der Deutschen Sporthochschule Köln für die finanzielle Unterstützung des Forschungsprojektes.

Anschrift für die Verfasser:

Dr. Alexander Ferrauti
Deutsche Sporthochschule Köln
Institut für Sportspiele
Carl-Diem-Weg 6
50933 Köln
Tel: 0221-4982434
Fax: 0221-4995637
E-mail: Ferrauti@hrz.dshs-koeln.de



Muskelfaserriß? LaserPen®

Profisportler haben als erste erkannt, welchen Nutzen Ihnen der LaserPen® von SEIRIN bietet. In der Fußball-Bundesliga, im American-Football, bei den Profiboxern und sogar in der Formel 1. Die Sportmedizin setzt den LaserPen® (50 mW/150 MW) seit Jahren erfolgreich ein.

Der LaserPen® arbeitet in dem besonders wirksamen Bereich des nicht sichtbaren Lichts (780nm - 830nm) und ist mit einem stufenlosen Timer ausgestattet.

SEIRIN Deutschland GmbH Fax 06102 / 31340
email:seirin@seirin.de