

Ergometrie bei beschwerdefreien 80-Jährigen

Reto Käppeli*, Roger Steiner*, Peter Gnehm**, Hans Hoppeler*

* Institut für Anatomie, Universität Bern, Baltzerstrasse 2, CH-3000 Bern 9

** Dr. med. P. Gnehm, Herzpraxis Bern West, Bottigenstrasse 6, CH-3018 Bern

Zusammenfassung

Eine zunehmende Zahl von Personen in der grösser werdenden Population der 80-Jährigen fühlt sich beschwerdefrei, ist körperlich aktiv und setzt sich regelmässigen körperlichen und sportlichen Belastungen aus. Die Datenlage in der Altersgruppe der subjektiv gesunden 80-Jährigen bezüglich der objektivierten maximalen körperlichen Leistungsfähigkeit ist dünn. Dass ein symptomlimitierter Belastungstest in dieser Alterskategorie durchführbar ist und wichtige prognostische Informationen erwartet werden können, haben Studien gezeigt. Es liegen aber kaum Daten vor, welche die Prävalenz von ischämiespezifischen EKG-Veränderungen und Rhythmusstörungen beschreiben, welche bei beschwerdefreien Frauen und Männern dieser Altersgruppe auftreten können. Im Rahmen einer Trainingsstudie (NFP 53) wurde mit 72 selbstständig lebenden Frauen und Männern im Alter zwischen 70 und 88 Jahren ein standardisierter symptomlimitierter Leistungstest mittels Fahrradergometrie durchgeführt. Die für die Ausbelastung nötigen Sicherheitsvorkehrungen, Abbruchkriterien und Belastungsprotokolle sind in den «Exercise Standards» der American Heart Association festgehalten und wurden in der vorliegenden Studie eingehalten. Entsprechend wurde von einer Unterbrechung der gewohnten Medikation, selbst jenen mit Einfluss auf die abgeleiteten Kreislaufparameter (bei 47% der Probanden), abgesehen.

70 von 72 Probanden konnten die Ergometrie symptomlimitiert zu Ende führen. Durch die Wahl eines geeigneten, der geschätzten individuellen Leistungsfähigkeit angepassten Belastungsprotokolls trat bei 88% der Tests die Ausbelastung im optimalen Bereich zwischen 6 und 12 Minuten ein. Erwartungsgemäss beobachteten wir im EKG am häufigsten Rhythmusstörungen (isolierte supraventrikuläre und ventrikuläre Extrasystolen bei 96% der Probanden sowie höhergradige Rhythmusstörungen bei 35%). Keine dieser Rhythmusstörungen gab Anlass zum vorzeitigen Abbruch des Leistungstests. Ischämietypische Endstreckenveränderungen traten bei 9 Probanden auf. Bei 2 Probanden wurde der Test bei ischämietypischen Beschwerden/Veränderungen vorzeitig abgebrochen. Insgesamt wurden 15 Probanden (21%) einer hausärztlichen Nachkontrolle resp. kardiologischen Weiterabklärung zugeführt.

Eine symptomlimitierte Fahrradergometrie ist bei einer Population von asymptomatischen Probanden mit einem Durchschnittsalter von 80 Jahren bei der Wahl von geeigneten Belastungsprotokollen möglich. Die in unserer Population beobachteten elektrokardiographisch und klinisch beobachteten Auffälligkeiten führten in mehr als 20% der Fälle zur Empfehlung einer hausärztlichen resp. kardiologischen Nachkontrolle, was einer «number needed to test» für das Aufdecken einer potenziell gefährlichen Pathologie von 5 entspricht.

Summary

An increasing number of individuals in the population of people above 80 years of age feel healthy, are physically active and expose themselves to physical exercise on a regular basis. There is little data about the exercise capacity in the subjectively healthy 80-year-olds. It has been shown by several studies that a symptom-limited stress test is feasible in this population and can deliver valuable prognostic information. This study characterizes the prevalence of ischemia-specific changes in the ECG and arrhythmias which occur in a symptom-free population of octogenaires.

In the context of an exercise training study we performed a standardized symptom-limited exercise test with a bicycle ergometer on 72 independently living women and men between the ages of 70 and 88 years. The tests were carried out in accordance with the guidelines of the American Heart Association. Accordingly medications, including those with influence on cardiovascular variables, were not suspended.

70 of the 72 evaluated patients were able to finish the performance test. By choosing a suitable protocol for the expected exercise tolerance a maximum effort was reached in 88% of the patients in the intended time of 6 to 12 minutes. As expected, we most frequently observed arrhythmias, i.e. isolated supraventricular and ventricular extrasystoles in 96% of patients and high grade arrhythmia in 35% of patients. None of these arrhythmias necessitated termination of exercise testing. Ischemia-specific changes of the ST-segment were observed in 9 patients. In 2 patients the test had to be interrupted early because of symptoms and changes in the ECG typical for ischemia.

A symptom limited performance test on a bicycle ergometer is feasible in a symptom free population of octogenaires provided a suitable test protocol is chosen and adequate safety procedures are met. We observed abnormalities in the ECG and clinical symptoms that lead to a follow up by either a general practitioner or a cardiologist in 15 patients (21%). This is equivalent to number needed to test for a potentially dangerous pathology of 5.

Key words: Belastungselektrokardiogramm, Ergometrie, Geriatrie, maximale Leistungsfähigkeit

Einführung

Die durchschnittliche Lebenserwartung in der Schweiz liegt bei Männern bei 80,3, bei Frauen bei 84,7 Jahren (Bundesamt für Statistik, 2012). Im Jahr 2008 lebten 382 300 über 80-Jährige (Frauen 247 800, Männer 134 500) in unserem Land und machten einen Bevölkerungsanteil von 4,8% aus. Zum Vergleich betrug der Anteil der >80-Jährigen im Jahre 1980 lediglich 2,7% (Bundesamt für Statistik, 1970–2011 und 1900–2000). Die demografische Entwicklung in der Schweiz zeigt damit eine deutliche Grössenzunahme der Population der >80-Jährigen. Eine zunehmende Zahl von Personen in dieser Alterskategorie fühlt sich beschwerdefrei, ist körperlich aktiv und setzt sich regelmässigen körperlichen und sportlichen Belastungen aus.

Natürlicherweise nimmt die körperliche Leistungsfähigkeit im Alter ab. Bei beiden Geschlechtern verringert sich die maximale Sauerstoffaufnahmekapazität bereits ab dem 20. Lebensjahr pro Dekade um zirka 10%. Diese Abnahme wird zum Teil durch das individuelle Mass an körperlicher Aktivität bzw. Inaktivität beeinflusst (Rogers et al. 1990; Ogawa et al. 1992; Fleg et al. 1994). Eine Reihe von nicht kardialen Co-Morbiditäten (periphere arterielle Verschlusskrankheit, chronisch obstruktive Lungenerkrankungen, Einschränkungen von Seiten des Bewegungsapparates usw.) können die maximale körperliche Leistungsfähigkeit beeinflussen (Gill et al. 2000). Ebenfalls bei Belastungstests spielt die bei betagten Patienten häufig beobachtete Unsicherheit wegen der ungewohnten Testumgebung eine nicht zu unterschätzende Rolle und kann zu Verfälschungen der Testergebnisse resp. zu ungenügender Ausbelastung führen (Hitzhusen et al. 1984). Die Datenlage in der Altersgruppe der subjektiv gesunden 80-Jährigen in Bezug auf die objektivierte maximale körperliche Belastbarkeit ist deshalb dünn.

Werden bei betagten Patienten Leistungstests zur Klärung von kardiologischen Fragestellungen durchgeführt, kann generell mit einer steigenden Sensitivität (Abnahme von falsch negativen Testresultaten) und einer sinkenden Spezifität (Zunahme von falsch positiven Befunden) ausgegangen werden (Hlatky et al. 1984). Fleg et al. (2001) beschrieben in ihrer Studie Vor- und Nachteile von physiologischen Belastungstests vs. medikamentöse Stresstests zum Nachweis einer Koronaren Herzkrankheit (KHK) in der Alterskategorie von >70-jährigen PatientInnen. Dass der Ergometrie aufgrund der Verfügbarkeit und der einfachen Durchführbarkeit bei mittlerem kardialen Risiko weiterhin ein grosser Stellenwert zukommt, wurde kürzlich von Pantet et al. (2012) betont. Jeger et al. (2004) publizierten eine in der Schweiz durchgeführte Studie: Bei 148 über 75-jährigen Patienten mit chronischer Angina pectoris wurde ein symptomlimitierter Belastungstest durchgeführt. Die Autoren kamen zum Schluss, dass ein Belastungstest in dieser Alterskategorie grundsätzlich durchführbar ist und dass damit wichtige prognostische Informationen erwartet werden können. Allerdings wurden in dieser Studie weder Daten zur Wahl der Belastungsprotokolle noch zu den in den Tests beobachteten Komplikationen angegeben. Es sind uns damit keine Daten bekannt, welche sich der Fragestellung nach der Prävalenz von ischämiespezifischen EKG-Veränderungen und Rhythmusstörungen nachgehen, welche in der Population von 80-Jährigen beschwerdefreien Frauen und Männern auftreten können, wenn sie einem symptomlimitierten Leistungstest auf dem Fahrradergometer ausgesetzt werden.

Im Rahmen einer Trainingsstudie, «Chronisch exzentrisches Krafttraining bei Älteren» (NFP 53), wurde nach Massgabe der kantonalen Ethikkommission (KEK) mit allen Probanden eine physiologische Ausbelastung mittels Fahrradergometrie durchgeführt. Gemäss festgelegten Ein- und Ausschlusskriterien wurden insgesamt 72 Frauen und Männer im Alter zwischen 70 und 88 Jahren einem standardisierten symptomlimitierten Leistungstest ausgesetzt. Die vorliegende Studie zeigt die Resultate der 72 Belastungstests und beschreibt die in dieser Gruppe gemessenen Werte der maximalen körperlichen Leistungsfähigkeit und die Häufigkeit von pathologischen elektrokardiografischen Befunden sowie die Gründe für vorzeitige Belastungsabbrüche.

Material und Methodik

Probanden und Studiendesign:

Die vorliegenden Daten entstammen einer Population von aktiven Probanden in stabilem Gesundheitszustand, die in der Lage waren, alle im Testprotokoll festgelegten Anforderungen ohne Hilfe zu bewältigen. Die Teilnehmer rekrutierten sich hauptsächlich aus Teilnehmern der Senioren-Universität Bern, des «Programms Bewegungsförderung der Pro Senectute» sowie Mitgliedern der Seniorengruppe der Sektion Bern des Schweizerischen Alpenclubs. Die Studie wurde von der Kantonalen Ethikkommission Bern (KEK) bewilligt (Studie 190/04). In die Studie eingeschlossen wurden 72 selbstständig lebende Freiwillige (37 Frauen, 35 Männer) im Alter zwischen 70 und 88 Jahre. Die behandelnden Hausärzte wurden vorgängig über die Ziele der geplanten Studie informiert und die bestehende Medikation wurde unverändert fortgeführt. Ausgeschlossen wurden Probanden mit neuromuskulären Erkrankungen, weniger als drei Monate vorher erlittenem Myokardinfarkt und/oder ausgeprägten Beschwerden infolge von Hüft- oder Kniearthrosen/-prothesen. Bei Einschluss in die Studie wurden eine persönliche Anamnese und ein kardiovaskulärer Körperstatus erhoben sowie ein Blutuntersuchung mit gängigen hämatologischen und biochemischen Laborwerten durchgeführt.

Belastungstest:

Für die symptomlimitierte (Ausbelastung bis zur Erschöpfung oder bis zum Auftreten von Beschwerden) Fahrradergometrie wurde ein elektromagnetisch gebremster Fahrradergometer (Ergoline 800S, Ergoline GmbH, Bitz, Deutschland) eingesetzt. Die Wahl des Belastungsprotokolls erfolgte nach Einschätzung des individuellen Fitnesszustandes aufgrund der Freizeitanamnese und der klinischen Beurteilung (Körpergewicht, Habitus). Die Steilheit der Rampenprotokolle (*Abb. 1*) wurde so gewählt, dass idealerweise eine Belastungsdauer von mindestens 6 und höchstens 12 Minuten resultierte (Fletcher et al. 2001). Die Belastung wurde bei subjektiver Ausbelastung (Erschöpfung) der Probanden abgebrochen. Bei 2 Probanden wurde die Belastung wegen Angabe von Thoraxoppression und EKG-Veränderungen (deszendierende ST-Senkungen bzw. grenzwertige ST-Senkung) vorzeitig abgebrochen. Für die Registrierung der Elektrokardiogramme verwendeten wir zwei 12-Kanal-EKG-Geräte (CardioSoft, GE, Houston, Texas, USA, oder Schiller SD 104, Schlieren, Schweiz). Vor Belastungsbeginn

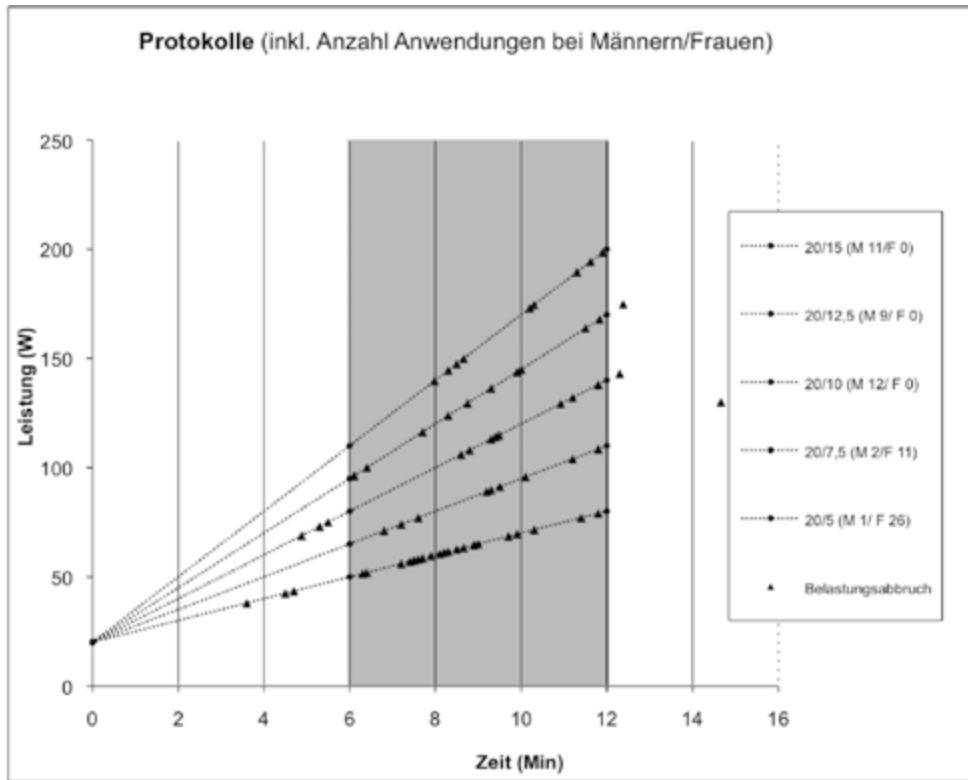


Abbildung 1: Grafische Darstellung der Belastungsprotokolle. Dreiecke markieren den individuellen Belastungsabbruch. (Benennung der Protokolle: 20/Δ bedeutet 20 Watt (W) Anfangsbelastung und das «Δ» die Erhöhung pro Minute.)

wurde je ein Ruhe-EKG in liegender Position und im Sitzen auf dem Fahrradergometer aufgezeichnet und ausgewertet. Vor Beginn, während und nach der Belastung wurden in zweiminütigen Abständen manuell Blutdruck- und Blutlaktatwerte gemessen (Entnahme aus der Fingerkuppe; Lactate Pro, Axon Lan AG, Baden, Schweiz) sowie die subjektiv wahrgenommene Belastungsintensität (BORG Scale 6–20) erfragt (Borg 1982). Während der gesamten Dauer des Belastungstests wurden fortlaufend spirometrisch die Ventilation und die O₂-Aufnahme- respektive die CO₂-Abgabewerte erfasst (Lötscher et al. 2007).

Datenanalyse:

Alle Daten sind als Mittelwert ± Standardabweichung angegeben. Zur Ermittlung statistischer Signifikanz verwendeten wir den zweiseitigen students t-test für unabhängige Stichproben, wobei die Signifikanzschwelle auf 0.05 gesetzt wurde.

Resultate

Das mittlere Alter aller untersuchten Probanden betrug 79.9±2.7 Jahre. Die übrigen erhobenen anthropometrischen Daten können *Tabelle 1* entnommen werden. *Tabelle 2* zeigt die anamnestisch bekannten kardialen Vorerkrankungen respektive Symptome. Von den getesteten Probanden nahmen 93% regelmässig mindestens ein Medikament ein. In *Tabelle 3* finden sich dazu Angaben nach Substanzgruppen geordnet. Die abgeleiteten Ruhe-EKGs zeigten bei 96% der ProbandInnen einen Sinusrhythmus, bei 81% einen normokarden Sinusrhythmus. Die Häufigkeit und Art der beobachteten Erregungsleitungsstörungen sowie von Repolarisationsstörungen sind in *Tabelle 4* aufgeführt. *Tabelle 5* zeigt die funktionellen Resultate, welche bei den Belastungstests erhoben

wurden. Die durchschnittliche Belastungsdauer betrug bei den Frauen 8:29 ±1:36 Minuten, bei den Männern 9:29 ±1:36 Minuten. 9 (M 5, F 4) von insgesamt 72 Belastungstests konnten nicht im angestrebten Zeitfenster von 6 bis 12 min beendet werden (*Abb. 1*). Bei 36 (M 22, F 14) Probanden lag der berechnete Doppelproduktanstieg >2,5, insgesamt 36 (M 13, F 23) erzielten ein DP-Anstieg unter 2,5 (25 Probanden ((M 10, F 15) <2,5 bis 2,0; 9 Probanden (M 3, F 6) <2,0 bis 1,5; bei 2 Probandinnen <1.5). Folgende subjektiven Abbruchkriterien wurden registriert: allgemeine Ermüdung (n=27), Dyspnoe (n=23), muskuläre Erschöpfung (n=15), Schmerzen des Bewegungsapparates (n=4), Thoraxschmerzen (n=2) und Übelkeit (n=1). Die Befunde der Belastungs-EKGs sind in *Tabelle 6* dargestellt. Es wurden 2 Belastungstests aufgrund von Symptomen und EKG-Veränderungen abgebrochen (*Abb. 2*). Aufgrund von grenzwertigen EKG-Befunden wurden 15 Probanden einer hausärztlichen Nachkontrolle resp. kardiologischen Weiterabklärung zugeführt (darunter 2 Koronarangiografien und in 8 Fällen rhythmologische Weiterabklärungen mittels Langzeit-EKG).

Tabelle 1: Zusammenstellung der anthropometrischen Daten.

	Mean	± SD	Range min	Range max
<i>Ausgangsdaten</i>	n = 72 / Frauen = 37 / Männer = 35			
Alter Männer (Jahre)	80.3	2.4	74.0	86.0
Alter Frauen (Jahre)	79.6	2.9	70.0	88.0
Körpergewicht Männer (kg)	71.2	6.7	52.0	98.0
Körpergewicht Frauen (kg)	66.9	9.1	49.0	98.0
Körpergrösse Männer (cm)	173.9*	5.5	160.0	187.0
Körpergrösse Frauen (cm)	160.4*	4.5	146.0	175.0
BMI Männer (kg m-2)	23.6*	2.2	19.2	29.3
BMI Frauen (kg m-2)	26.1*	3.8	18.4	39.3

* p<0.05, Männer vs. Frauen

Tabelle 2: Zusammenfassung der in der Anamnese erfassten kardialen Vorerkrankungen und früher aufgetretener Symptome.

	Anzahl Probanden
Anamnese kardialer Erkrankungen/Symptome	
Hypertonie	15
St. nach Myokardinfarkt	5
PTCA/Bypass-OP/PM (2/1/1)	4
VHF, intermittierendes (2) und chron. (1)	3
orthostatische Hypotonie	2
St. nach Perikarditis	1
St. nach Aortendissektion	1
Dyspnoe	10
AP-Beschwerden bei Belastung	4
Palpitationen	1
Schwindel	1

Tabelle 3: Medikamenteneinnahme in der Probandenpopulation.

	Anzahl Probanden
Medikamente	
keine Medikamenteneinnahme	5
regelmässige Medikamenteneinnahme	67
ASS	26
Vasodilatoren	21
Diuretika	17
Statine	9
Betablocker	8
Koumarine	4
Digitalis	2
Elektrolyt-/Vitaminpräparate	28
Sonstige	46

Tabelle 4: Befunde des Ruhe-EKGs.

	Anzahl Probanden (% aller Probanden)
Ruhe-EKG, Frequenz, Normokard	58 (80.6)
Bradykard	12 (16.7)
Tachykard	2 (2.7)
Rhythmus	
SR	69 (95.8)
VHF	3 (4.2)
QRS-Komplex	
unauffälliger QRS-Komplex	46 (63.9)
pathologisch QRS-Komplex	26 (36.1)
zögerl. R-Progression	16 (22.2)
Vd. auf St. nach MI (2)/Q-Zacken (2)	4 (5.6)
Hypertrophiezeichen	4 (5.6)
linksatriale Vergrößerung	1 (1.4)
QRS-Niedervoltage, periphere	1 (1.4)
Erregungsleitung	
unauffällige Erregungsleitung	44 (61.1)
Erregungsleitungsstörung	28 (38.9)
AV-Block Grad I	8 (11.1)
AV-Block mit LAHB	2 (2.7)
AV-Block mit RSB	1 (1.4)
RSB	10 (13.9)
RSB mit LAHB	2 (2.7)
LSB	3 (4.2)
Repol.störungen, unauffällig vorhanden	53 (73.6)
	19 (26.4)

Tabelle 5: Funktionelle Werte in Ruhe und bei Ausbelastung.

	Mean	± SD	Range min	Range max
Ruheuntersuchung	72			
BD syst Ruhe Männer (mmHg)	138	14	105	175
BD syst Ruhe Frauen (mmHg)	139	13.6	110	175
HF Ruhe Männer (min ⁻¹)	69*	10	53	105
HF Ruhe Frauen (min ⁻¹)	75*	11.3	52	104
Ausbelastung	72			
Pmax Männer (W)	129.6*	31.0	52.0	195.0
Pmax Frauen (W)	68.1*	16.2	33.0	162.0
max. Herzfrequenz Männer (min ⁻¹)	142.3	14.5	76.0	184.0
max. Herzfrequenz Frauen (min ⁻¹)	138.4	18.5	77.0	179.0
max. systol. Blutdruck Männer (mmHg)	177.1	14.2	125.0	210.0
max. systol. Blutdruck Frauen (mmHg)	174.1	15.8	125.0	210.0
max. Laktatlevel Männer (mmol/l)	5.7	1.4	1.2	8.5
max. Laktatlevel Frauen (mmol/l)	4.4	0.7	2.8	5.6
Doppelprodukt max Männer (mmHg min ⁻¹)	25300	3600	11400	35000
Doppelprodukt max Frauen (mmHg min ⁻¹)	24300	4200	11500	33800
Doppelproduktanstieg Männer	2.8*	0.6	1.6	5.2
Doppelproduktanstieg Frauen	2.4*	0.5	1.4	4.0
max. BORG Männer (6-20)	17.2	1.1	15.0	20.0
max. BORG Frauen (6-20)	16.7	1.6	12.0	20.0

* p<0.05, Männer vs. Frauen

Tabelle 6: Auswertung der EKGs bei Belastung.

	Anzahl Probanden
EKG-Veränderungen unter Belastung	
Belastungs-EKG	72
Extrasystolen	69
SVES während Belastung	54
SVES post-Belastung	46
VES während Belastung	55
VES post-Belastung	45
Bigeminus	16
Couplets	20
höhergradige Herzrhythmusstörungen	25
VHF	2
vermehrte VES	11
vermehrte SVES	10
kombiniert vermehrt SVES und VES	1
Kammertachykardie	3
ST-Senkungen	9
signifikante ST-Senkung	5
grenzwertige ST-Senkung	4

Diskussion

In dieser Studie wurde eine Population von 72 beschwerdefreien Probanden im Alter zwischen 70 und 88 Jahren, im Durchschnitt 80-jährigen Probanden (37 Frauen, 35 Männer) mittels symptomlimitierten Fahrradergometrien mit individuell gewählten Rampenprotokollen belastet. 93% der Probanden standen unter einer Medikation mit mindestens einer Substanz, welche für den Belastungstest nicht unterbrochen wurde. Die Ausbelastung dieser Probandenpopulation war

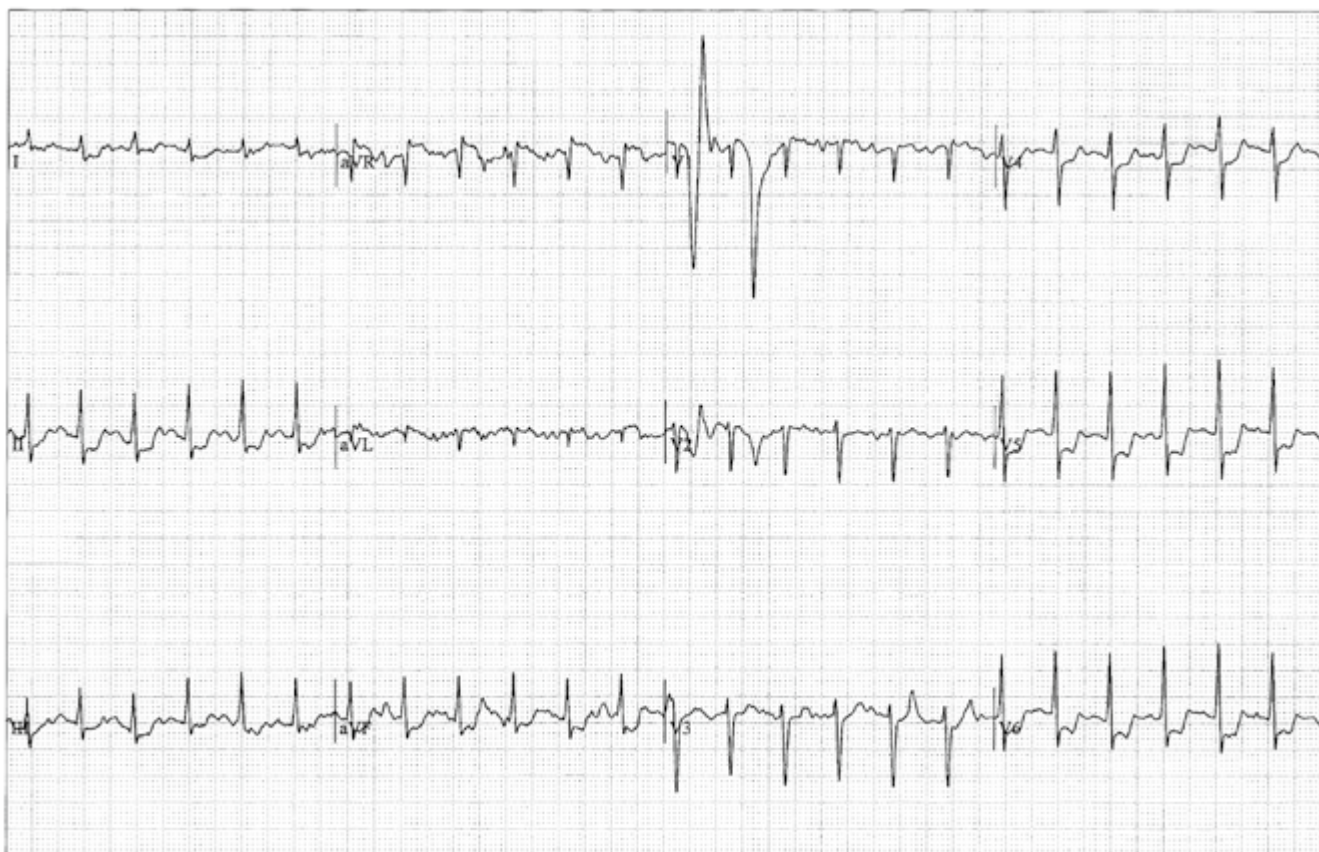


Abbildung 2: Signifikante ST-Senkung in den lateralen Ableitungen mit pektanginösen Beschwerden.

eine Massnahme, welche von der KEK im Rahmen dieses Projektes (NFP 53) vorgängig genehmigt worden war. Die für die Ausbelastung nötigen Sicherheitsvorkehrungen, Abbruchkriterien und Belastungsprotokolle sind in den Exercise standards der American Heart Association festgehalten (Fletcher et al. 2001) und wurden in der vorliegenden Studie eingehalten. Bei 70 von insgesamt 72 Probanden konnte die Ergometrie wie geplant symptomlimitiert resp. bis zum Erreichen der subjektiven Ausbelastung zu Ende geführt werden. Bei einem Probanden traten unter Belastung pektanginöse Beschwerden und signifikante ST-Senkungen lateral (Abb. 2) auf, bei einem weiteren Probanden zeigten sich bei submaximaler Belastung grenzwertige ST-Senkungen und AP-Beschwerden. In beiden Fällen wurden die Belastungstest aufgrund der Beschwerden und ischämietypischen Veränderungen vorzeitig abgebrochen.

Die Belastungsprotokolle wurden so gewählt, dass eine Belastungsdauer von 6 bis 12 min bis zum Abbruch resultieren sollte. Dazu wurde der Fitnesszustand der Versuchspersonen anhand der erhobenen Freizeitamnese und aufgrund der klinischen Untersuchung eingeschätzt. *Abbildung 1* zeigt, dass das am wenigsten anspruchsvolle Protokoll «20/5 W» (Beginn mit 20 Watt, Belastungsanstieg von 5 Watt pro Minute) für die Mehrzahl der Probandinnen zum beabsichtigten Belastungsabbruch innerhalb der vorgesehenen 6–12 Minuten geführt hätte. Insgesamt erreichten 7 Frauen eine maximale Leistungsfähigkeit von >80 W. Lediglich bei 3 Frauen wären retrospektiv steilere Protokolle als gewählt nötig gewesen. Bei den Männern zeigte sich eine wesentlich heterogenere Verteilung der maximalen Leistungsfähigkeit. Es kamen bei den männlichen Probanden alle zur Verfügung stehenden Rampenprotokolle zur Anwendung.

Insgesamt hatten 47% der untersuchten Probanden eine Medikation mit möglichem Einfluss auf die Herzfrequenz oder den Blutdruck. Auch wenn eine herzkreislaufrelevante Medikation die Beurteilung der abgeleiteten Kreislaufparameter beeinflusst, wird von einer Unterbrechung der Medikation bei betagten Patienten abgeraten. Tiefer fällt deshalb das Doppelprodukt (Doppelprodukt = Herzfrequenz x systolischer Blutdruck) sowohl in Ruhe als auch der Anstieg unter Belastung (*Tab. 5*) aus. Damit ein Belastungstest aussagekräftige Resultate liefert, sollte sich der Doppelproduktanstieg unter körperlicher Belastung um mindestens einen Faktor 2,5 erhöhen, was trotz beibehaltener Medikation bei der Hälfte der Fall war. Eine klar ungenügende Ausbelastung lag bei 2 Probandinnen vor (DP-Anstieg <1,5). Die tiefsten Werte für die maximale Herzfrequenz lagen bei 76 respektive 77/min; die niedrigsten maximalen systolischen Blutdruckwerte bei 125 mmHg für Frauen und Männer. Als unabhängiges Mass für die Güte der Ausbelastung verwendeten wir zusätzlich die Blutlaktatkonzentrationen, die im Mittel 4,4 mmol/l bei den Frauen respektive 5,7 mmol/l bei den Männern lag.

Im Belastungs-EKG können hauptsächlich Veränderungen der Endstrecke sowie Rhythmusstörungen Anlass zu einem vorzeitigen Belastungsabbruch resp. zu weiteren kardiologischen Abklärungen geben. Wir fanden grenzwertige resp. signifikante ST-Veränderungen bei insgesamt 13% (9 von 72) der untersuchten Personen. Von diesen Veränderungen wurden 7% (5 von 72) als signifikant beurteilt.

Signifikante ST-Senkungen weisen 60 bzw. 80 msec nach dem J-Punkt (Ende des QRS-Komplexes und Beginn der ST-Strecke) gemessen eine Differenz zur isoelektrischen Linie von >0,1 mV (1 mm), bzw. >0,2 mV (2 mm) bei ascendierenden Senkungen auf. Die ST-Strecke kann horizontal,

aszendierend oder deszendierend verlaufen, wobei horizontale und vor allem deszendierende ST-Streckenabschnitte für Ischämien spezifischer sind (Fletcher et al. 2001). In allen diesen Fällen von als pathologisch beurteilten ST-Senkungen erfolgten eine Meldung an den Hausarzt und die Empfehlung zur kardiologischen Weiterabklärung. In 2 Fällen wurde anschliessend eine Koronarangiografie durchgeführt, in den anderen angesichts der Gesamtsituation und im Einvernehmen mit den Betroffenen ein konservatives Vorgehen gewählt.

In 96% der Leistungstests traten Rhythmusstörungen auf. Die Fälle mit isolierten supraventrikulären und ventrikulären Extrasystolen (Abb. 3) gelten in limitierter Zahl als normal. Bei den höhergradigen Rhythmusstörungen beobachteten wir Bigemini (Abb. 4), ventrikuläre Couplets (Abb. 5), nichtanhaltende Kammetachykardien (Abb. 6) und intermittierendes Vorhofflimmern (Abb. 7). Keine dieser Rhythmusstörungen gab Anlass zum vorzeitigen Abbruch des Leistungstests. Hingegen wurde in 8 Fällen ein Langzeit-EKG zur weiteren Abklärung veranlasst.

Zusammenfassung: Eine symptomlimitierte Fahrradergometrie ist bei einer Population von asymptomatischen Probanden mit einem Durchschnittsalter von 80 Jahren bei der Wahl von geeigneten, dem Alter und der individuell stark variierenden Leistungsfähigkeit angepassten Belastungsprotokollen unter Einhaltung der notwendigen und empfohlenen Sicherheitsrichtlinien mit einem tiefen Komplikationsrisiko möglich. Die in unserer Population beobachteten elektrokardiografischen und klinischen Auffälligkeiten führten in 15 Fällen (21%) zur Empfehlung einer hausärztlichen resp. kardiologischen Nachkontrolle – in 2 Fällen wurde eine invasive Abklärung durchgeführt. Für 1 abklärungsbedürftigen Befund könnte demzufolge von einer «number needed to test» (NNT) von 5 ausgegangen werden. Wir erachten dies als ein bemerkenswertes Resultat und sind der Ansicht, dass eine grosszügigere Indikationsstellung für geeignete Belastungstests oder – obwohl von kardiologischer Seite aktuell nicht empfohlen (Junnila et al. 2006, Yannowitz 2009) – gar ein breites Screening in der beschriebenen Population diskutiert werden sollte. Unklar bleibt, ob durch eine Weiterabklärung auch deren Prognose verbessert würde.

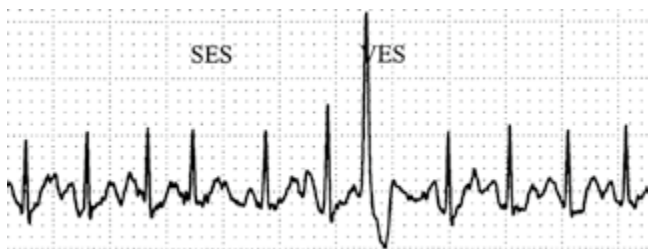


Abbildung 3: Darstellung einer supraventrikulären (SES) und nachfolgend einer ventrikulären Extrasystole (VES).



Abbildung 4: Aufgetretene Bigemini während der Belastungsphase.



Abbildung 5: In der Erholungsphase monomorphes ventrikuläres Couplet.

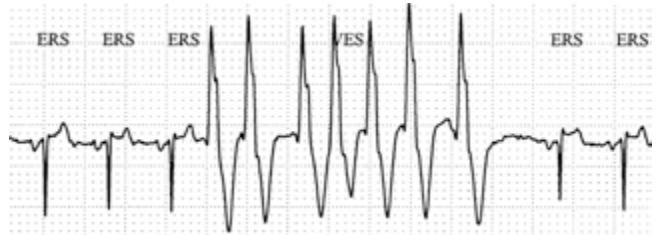


Abbildung 6: Nichtanhaltende Kammetachykardie in der Nachbelastungsphase.



Abbildung 7: Intermittierendes Vorhofflimmern während der Erholungsphase registriert. Zu Beginn Sinusrhythmus (15:52), gefolgt von Vorhofflimmern (16:20).

Danksagung:

Diese Studie wurde durch den Schweizerischen Nationalfonds, Programm 53 «Muskuloskeletale Gesundheit und chronischer Schmerz» (NFP 53), Gesuch 405340-104718, sowie durch Mittel der Universität Bern unterstützt.

Korrespondenzadresse:

Prof. Dr. Hans Hoppeler, Institut für Anatomie, Universität Bern, Baltzerstrasse 2, CH-3000 Bern,

Referenzen

- Borg G.A.: Psychophysical bases of perceived exertion. *Med Sci Sports Exerc.* 1982; 14(5): 377–81.
- Bundesamt für Statistik, Neuchatel 2012; Lebenserwartung der Frauen/Männer bei der Geburt, 2012; <http://www.bfs.admin.ch/bfs/portal/de/index/themen/01/06/blank/key/04.html>
- Bundesamt für Statistik, Neuchatel 2012; Struktur der ständigen Wohnbevölkerung 1970–2011; <http://www.bfs.admin.ch/bfs/portal/de/index/themen/01/02/blank/key/bevoelkerungsstand.html>

- Bundesamt für Statistik; Struktur der Wohnbevölkerung 1900–2000; <http://www.bfs.admin.ch/bfs/portal/de/index/themen/01/02/blank/key/bevoelkerungsstand.html>
- Fleg J.L.: Stress testing in the elderly. *Am J Geriatr Cardiol.* 2001 Nov-Dec; 10(6): 308-13; quiz 313–5.
- Fleg J.L., O'Connor F., Gerstenblith G., Becker L.C., Clulow J., Schulman S.P., Lakatta E.G. (1995): Impact of age on the cardiovascular response to dynamic upright exercise in healthy men and women. *J. Appl. Physiol.* 1995 Mar; 78(3): 890–900.
- Fletcher G.F., Balady G.J., Amsterdam E.A., Chaitman B., Eckel R., Fleg J., Froelicher V.F., Leon A.S., Piña I.L., Rodney R., Simons-Morton D.A., Williams M.A., Bazzarre T.: Exercise standards for testing and training: a statement for healthcare professionals from the American Heart Association. *Circulation.* 2001 Oct. 2; 104(14): 1694–740.
- Gill T.M., DiPietro L., Krumholz H.M.: Role of Exercise Stress Testing and Safety Monitoring for older Persons Starting an Exercise Program. *JAMA.* 2000 Jul. 19; 284(3): 342–9.
- Hitzhusen J.C., Hickler R.B., Alpert J.S., Doherty P.W.: Exercise testing and hemodynamic performance in healthy elderly persons. *Am. J. Cardiol.* 1984 Nov 1; 54(8): 1082–6.
- Hlatky M.A., Pryor D.B., Harrell F.E. Jr., Califf R.M., Mark D.B., Rosati R.A.: Factors affecting sensitivity and specificity of exercise electrocardiography. Multivariable analysis. *Am. J. Med.* 1984 Jul.; 77(1): 64–71.
- Jeger R.V., Zellweger M.J., Kaiser C., Grize L., Osswald S., Buser P.T., Pfisterer M.E.: TIME Investigators: Prognostic value of stress testing in patients over 75 years of age with chronic angina. *Chest.* 2004 Mar.; 125(3): 1124–31.
- Junnilla J.L., Runkle G.P.: Coronary Artery Disease Screening, Treatment and Follow-up. *Prim Care.* 2006 Dec.; 33(4): 863–85, vi.
- Lötscher F., Löffel T., Steiner R., Vogt M., Klossner S., Popp A., Lippuner K., Hoppeler H., Däpp C.: Biologically relevant sex differences for fitness-related parameters in active octogenarians. *Eur. J. Appl. Physiol.* 2007 Mar.; 99(5): 533–40. Epub. 2007 Jan. 12.
- NFP 53, Muskuloskeletale Gesundheit – Chronische Schmerzen; Chronisch exzentrisches Krafttraining bei Betagten, http://www.nfp53.ch/d_module.cfm?Projects.Command=details&get=11
- Ogawa T., Spina R.J., Martin W.H. 3rd, Kohrt W.M., Schechtman K.B., Holloszy J.O., Ehsani A.A.: Effects of aging, sex, and physical training on cardiovascular responses to exercise. *Circulation.* 1992 Aug.; 86(2): 494–503.
- Pantet O., Monney P., Aebischer N.: Die Ergometrie in der Diagnostik der koronaren Herzkrankheit im Jahr 2012 – ein Überblick. *Swiss Medical Forum.*
- Rogers M.A., Hagberg J.M., Martin W.H. 3rd, Ehsani A.A., Holloszy J.O.: Decline in VO₂max with aging in master athletes and sedentary men. *J. Appl. Physiol.*; 68(5): 2195–9.
- Yannowitz F.G. (2009): Screening for Coronary heart disease. http://www.uptodate.com/online/content/topic.do?topicKey=chd/49062&selectedTitle=12~150&source=search_result
-