

## Die Verbesserung der Stoffwechsellage und der körperlichen Fitness bei adipösen Menschen mit Diabetes mellitus Typ-2 durch Schwimmtraining und Ernährungsumstellung

### Medical and educational aspects of patient training with obese Typ-2 diabetics

Lampe W

Universität Hannover- Fachbereich Erziehungswissenschaften

---

#### Zusammenfassung

Lampe W. Die Verbesserung der Stoffwechsellage und der körperlichen Fitness bei adipösen Menschen mit Diabetes mellitus Typ-2 durch Schwimmtraining und Ernährungsumstellung. *Klinische Sportmedizin/ Clinical Sports Medicine – Germany (KCS) 2005, 6 (2):29-38.*

Im Rahmen dieser Studie sollten die pädagogischen Aspekte einer Patientenschulung mit und ohne Schwimmtraining bei adipösen Menschen mit Diabetes Typ-2 - in bezug auf Stoffwechsel - und Kreislaufparameter sowie das Gesundheitsverhalten untersucht werden.

**Material und Methode:** Die Untersuchungsstudie wurde über 6 Monate mit N=84 adipösen Menschen mit Diabetes Typ-2 durchgeführt von denen n=41 neben der Patientenschulung zusätzlich an einem Schwimmprogramm teilnahmen. Anhand von Körpergewicht (BMI), Blutdruck und Stoffwechselparametern (HbA1c, Cholesterin, Triglyzeride, HDL, Kreatinin und Mikroalbumin) sollte der Erfolg des veränderten Gesundheitsverhaltens nach 6 Monaten beurteilt werden. Außerdem wurden Fragebögen zur Lebensqualität zu Beginn und am Ende der Studie ausgewertet.

#### Ergebnisse:

Gegenüber den Ausgangswerten ergab sich ein signifikanter Abfall der HbA1c-Werte und des Körpergewichts (BMI) ( $p < 0,001$ ). In der Gruppe mit Schwimmtraining ist die Senkung des HbA1c-Wertes deutlicher, jedoch nicht signifikant ( $p = 0,138$ ). Der Nüchternblutzucker und der systolische Blutdruck konnten zwar nicht nachhaltig gesenkt werden, jedoch lagen sie in der Gruppe mit Schwimmtraining signifikant niedriger ( $p < 0,001$ ). In der Gruppe mit Schwimmtraining nahmen die Werte für Triglyzeride und Mikroalbumin (im Urin) ab, dagegen das HDL leicht zu, jedoch ohne Signifikanzen aufzuzeigen.

**Fazit:** Das Schulungsprogramm hat insgesamt positive Auswirkungen auf Körpergewicht (BMI), Stoffwechsellage und Blutdruck. Ein zusätzliches, regelmäßig durchgeführtes Schwimmtraining verbessert den Stoffwechsel noch mehr und stabilisiert auch den Erfolg.

**Schlüsselwörter:** Diabetes mellitus, Patientenschulung, Schwimmprogramm

#### Abstract

Lampe W. Medical and educational aspects of patient training with obese Typ-2 diabetics. *Klinische Sportmedizin/ Clinical Sports Medicine – Germany (KCS) 2005, 6 (2):29-38.*

**Objective:** In this study the educational aspects of patient training with obese Typ-2 diabetics should be examined with regard to metabolic and circulatory parameters as well as the health behaviour

**Material and methods:** Over a period of six months, the study was performed with 84 obese diabetics, 41 of them additionally participated in a swim program. From body weight (BMI), blood pressure and metabolic parameters (HbA1c, cholesterol, triglycerides, HDL, creatinine and microalbumin), the success of the changed health behaviour should be assessed after six months. In addition, standardized questionnaires regarding quality of life were evaluated at the beginning and the end of the study

#### Results:

Compared with the initial values, a significant decrease in the HbA1c values and the body weight (BMI) ( $p < 0,001$ ) could be noticed. The patient group who participated in the swim program showed HbA1c values that were more clearly, but not significantly decreased ( $p = 0,138$ ). There was no lasting decrease in the fasting value and the systolic blood pressure value, but these values were significantly lower ( $p < 0,001$ ) in the swim training group. On the other hand, however, the diastolic blood pressure value of the entire group was significantly lower ( $p = 0,028$ ). The swim training group showed decreasing values for urinary triglycerides and microalbumin, on the other hand the HDL was slightly increased, however without any significance.

**Conclusion:** All in all, the training program has a positive effect on body weight (BMI), the metabolic situation and blood pressure. An additional, regular swim training improves the metabolism even more and results in permanent success.

**Keywords:** Diabetes mellitus, patient training, swim program

## Einleitung

Unter dem Aspekt, dass in Deutschland fast 5 Millionen Menschen mit Diabetes leben, wobei der Diabetes mellitus Typ-2 90 bis 95 % aller Erkrankten umfasst, sind ein Patientenschulungsprogramm und Patientensport mit Menschen mit Diabetes vor Ort sozialmedizinisch gesehen als eine besondere Herausforderung anzusehen. In diesem Zusammenhang muss betont werden, dass die Prävalenz des Diabetes mellitus Typ-2 in den letzten Jahren um den Faktor 6 bis 8 angestiegen ist. Die langjährige Erfahrung hat gezeigt, dass ärztliche Diätanweisungen nicht ausreichen, um einen nachhaltigen Erfolg des Essverhaltens der Patienten zu erzielen. In der Vergangenheit wurde besonders im interdisziplinären Bereich häufig übersehen, dass Gesundheit neben einer medizinischen, auch eine psychosoziale Dimension besitzt. Diese spiegelt sich häufig in der Unfähigkeit der Diabetiker wider, soziale Konfliktsituationen zu bewältigen. In der langen Geschichte der Psychologie und Pädagogik ist besonders in den letzten Jahrzehnten ein Perspektiven- und Paradigmenwechsel von der Lehrkultur zur Lernkultur eingetreten. Lernkulturen verändern sich in sozioökonomischen und soziokulturellen Kontexten vor dem Hintergrund des verfügbaren Wissens und der informationstechnischen Medien in Abhängigkeit von Urbanisierung, Mobilität, Lebensgewohnheiten, Säkularisierung und gesellschaftlichem Wertewandel.

Im Rahmen dieser Studie sollte untersucht werden, ob sich die körperliche Fitness und die Stoffwechsellage bei adipösen Menschen mit Diabetes mellitus Typ-2 durch Veränderungen der Lebensgewohnheiten, insbesondere der Ernährung und Bewegung positiv verändern lässt [7]. Grundlage waren ein evaluiertes verhaltens-medizinisches Schulungsprogramm zur Veränderung der Ess- und Ernährungsgewohnheiten und ein eigens für diese Untersuchung entwickeltes Schwimmtrainingsprogramm [4].

Dabei sollten folgende Fragen beantwortet werden:

1. Welchen Einfluss hatte die Patientenschulung auf die Gruppe ohne Schwimmtraining unter Berücksichtigung folgender Parameter:
  - HbA<sub>1c</sub>
  - Systolischem Blutdruck
  - Diastolischem Blutdruck
  - Pulsfrequenz
  - Cholesterin
  - Triglyzeride
  - HDL
  - Kreatinin
  - Mikroalbuminurie
  - BMI
  - Nüchternblutzucker
  - Lebensqualität
  - Akute Beschwerden
  - Chronische Beschwerden
2. Lässt sich eine zusätzliche Wirkung des sportlichen Schwimmens unter fachlicher Anleitung bei den medizinischen Parametern nachweisen
3. Lassen sich bei den medizinischen Parametern signifikante Unterschiede zwischen den Gruppen feststellen?

## Methodik

### Stichprobenbeschreibung

Die Untersuchung wurde an insgesamt N= 84 Patienten durchgeführt. Nahezu die Hälfte der Versuchspersonen führte das Untersuchungsprogramm ohne vorheriges Schwimmtraining durch, die andere Hälfte absolvierte das Programm mit der Ergänzung des oben beschriebenen Schwimmtrainings. Die Gruppen wurden dabei nach Alter und Geschlecht parallelisiert.

Insgesamt nahmen n= 34 männliche Personen an dem Programm teil, jeweils n= 17 mit und n= 17 ohne Schwimmtraining, sowie n= 50 Frauen, bei denen ebenfalls eine Hälfte das Programm mit, die andere Hälfte das Programm ohne Schwimmtraining absolvierten.

### Altersverteilung der Teilstichproben

Die Gruppe mit Schwimmtraining weist einen Mittelwert von aufgerundet 58 Jahren auf, die Gruppe ohne Schwimmtraining einen Mittelwert von 59,5 Jahren. Im t-Test für unabhängige Stichproben erweist sich diese Mittelwertsdifferenz jedoch als nicht signifikant ( $t = -0,805$ ,  $df = 82$ ,  $p = 0,423$ ). Auf die Erhebung weiterer personenbezogener Daten wurde wegen der Schweigepflicht verzichtet, die Stichprobenbeschreibung kann jedoch im Folgenden durch die wichtigsten gesundheitsspezifischen Parameter beider Gruppen ergänzt werden. Für die hier zu untersuchende Fragestellung handelt es sich um den HbA<sub>1c</sub>-Wert vor Beginn der Behandlung, der ein Maß für die Güte der Stoffwechseleinstellung ist, sowie den Body Mass Index (BMI), der eine Relation des Körpergewichts in bezug auf die Körpergröße darstellt. Auch bezüglich dieser beiden Merkmale erwiesen sich die beiden Teilstichproben als gut parallelisiert (siehe Tabelle 1). Für beide Parameter waren die Mittelwerte im t-Test für unabhängige Stichproben ebenfalls nicht signifikant unterschiedlich.

Gruppe	n	Mittelwert	Standard- abweichung	t-Wert (df = 82)	Signifikanz p
<b>HbA<sub>1c</sub> T<sub>1</sub></b>					
mit Schwimmtraining	41	7,48	1,37	0,183	.855
ohne Schwimmtraining	43	7,54	1,36		
<b>BMI T<sub>1</sub></b>					
mit Schwimmtraining	41	31,86	4,72	0,134	.893
ohne Schwimmtraining	43	31,99	3,69		

Tabelle 1: Ausgangswertvergleiche von HbA<sub>1c</sub> und Körpergewicht (BMI)

### Schwimmtraining

In dem Zeitraum von April bis September 1999 wurde im Schwimmbad des Fachbereichs Erziehungswissenschaften in einem 12,5 m langen Becken ein Trainingsprogramm mit den adipösen Menschen mit Diabetes mellitus Typ-2 absolviert. Die Patienten wurden in jeweils drei Gruppen eingeteilt. Die Trainingszeit betrug 50 Minuten.

Das Schwimmtraining wurde einmal in der Woche unter fachgerechter Anleitung durchgeführt. Gleichzeitig wurden die Patienten angehalten, nochmals ein bis zweimal pro Woche entsprechend dieser Anleitung selbständig zu trainieren.

Das Schwimmtraining hatte im wesentlichen folgenden Inhalte:

- 5 Minuten beliebiges Einschwimmen
- Anfänglich 14-16 Bahnen verschiedene Schwimmtechniken (Arm- und Beinübungen). Bis zum 12. Übungstag wurde kontinuierlich auf 52 Bahnen gesteigert.
- 10 Minuten Dauerschwimmen
- 5 Minuten locker im Wasser bewegen

Zwischen den einzelnen Abschnitten mussten die Patienten immer wieder ihren Puls kontrollieren.

Ein Hauptkriterium für die Trainingsleistung ist selbstverständlich die Regelmäßigkeit der Teilnahme. Diese wurde dadurch bestimmt, dass für die Behandlungstermine T<sub>1</sub> – T<sub>12</sub> während der Intensivphase ausgezählt wurde, an wie vielen dieser 12 Tage jeder Patient am Schwimmtraining teilgenommen hatte.

Von den 84 Fällen nahmen 43 nie am Training teil, dabei handelt es sich um die 42 Fälle der Kontrollgruppe sowie um einen weiteren Fall aus der Gruppe der 42 Fälle, die eigentlich für das Schwimmtraining vorgesehen waren. Daher haben nur 41 am Schwimmtraining teilgenommen. Die Häufigkeitsverteilung lässt erkennen, dass die Werte sehr stark streuen. Jeweils ein Patient nahm nur drei Mal am Training teil. Von den 42 Trainierten haben jedoch 24

Patienten 10 – 12 Mal am Training teilgenommen, sie waren somit regelmäßig anwesend.

### Verhaltensmedizinische Behandlung

Die Veränderung der Ess- und Ernährungsgewohnheiten erfolgte auf der Grundlage des verhaltensmedizinischen Programms „Diabetes im Gespräch“ von Brinkmeier et al. (1998), das den Patienten auch in Buchform zur Verfügung gestellt wurde. In diesem Buch konnten die Patienten in allgemein verständlicher Weise nachlesen, was sie als Diabetiker für ihre Gesundheit und ihr Wohlbefinden tun können. Es enthält eine Fülle von Anregungen, Erklärungen und Hinweisen für das Leben mit Diabetes.

### Gesundheitsinformation

In allgemein verständlicher Weise wird dem Patienten zunächst die Krankheit erklärt und dabei, ohne besondere Fachausdrücke dargestellt, welche Rolle Insulin im Rahmen dieser Krankheit spielt. Besondere Betonung erfährt das Symptom Übergewicht. Hier wird in einem Erklärungsmodell dargestellt, wie Übergewicht die Insulinwirkung deutlich verschlechtern kann, und wie auf der anderen Seite körperliche Bewegung dem Körper hilft, Insulin einzusparen. Übersichtlich aufgebaute Abbildungen stellen diese belastenden und entlastenden Vorgänge gut verständlich dar. Des Weiteren wird zum einen die Rolle von Cholesterin und Triglyzeriden in Verbindung zum Diabetes, und zum anderen die Möglichkeit einer positiven, bzw. negativen Beeinflussung der jeweiligen Blutkonzentrationen dargestellt. Außerdem wird hier gezeigt, dass die regelmäßige Kontrolle von Blutzucker und Blutfettwerten bei der Verminderung von Folgeschäden, wie z.B. Arteriosklerose, eine wichtige Rolle spielt. Daneben wird aber auch darauf hingewiesen, dass regelmäßige Untersuchungen durch Hausarzt, Internist oder dem Diabetologen wichtig sind, um Risikofaktoren und eventuelle Organveränderungen an den Augen, Nieren oder dem peripheren Nervensystem zu erkennen. Auf die Zusammenhänge von Diabetes mit Bluthochdruck und Prädisposition zum Herzinfarkt wird besonders hingewiesen. Abschließend werden die Wirkungsspektren der einzelnen Medikamente erklärt, die bei einer Diabetes-

Therapie angesetzt werden, wie z.B. Sulfonylharnstoffe, Biguanide, Acarbose und Guar.

Daneben wurde ein umfangreiches Fußpflegeprogramm mit Anleitung zu Fußgymnastik durchgeführt.

### **Essverhalten und Übergewicht**

Hier wird gezeigt, wie eine Gewichtsabnahme im Wesentlichen dazu beitragen kann, die Blutzuckerwerte zu verbessern. Dadurch werden auch die Folgeschäden verhindert oder gemildert, die bei einem schlecht eingestellten Diabetes auftreten können. Ein wichtiger Aspekt im Rahmen dieser Patientenschulung stellt das Erlernen eines richtigen Essverhaltens dar. Durch einen Selbstbeobachtungsbogen, in den der Patient eintragen muss, wann, wo, mit wem, warum er was und wie viel gegessen hat, lernt er sein Verhalten besser zu analysieren; denn je mehr er über sich selber weiß, desto besser kann er auch sein Verhalten wieder ändern. Es ist hinreichend bekannt, dass Patienten immer wieder versuchen, solche so genannten „Diätsünden“ mental zu verdrängen. Begleitend dazu erhält der Patient auch ein Formblatt, in dem er das Ergebnis der täglichen Gewichtskontrolle eintragen muss.

### **Diabetes und Ernährung**

Hier lernt der Patient, welche Lebensmittel für ihn geeignet und welche ungeeignet sind. Die empfehlenswerten Nahrungsmittel werden insgesamt in sieben Gruppen zusammengefasst:

- Pflanzliche Öle und Streichfette
- Brot, Getreide, Getreideerzeugnisse, Hülsenfrüchte und Kartoffeln
- Gemüse
- Obst
- Kalorienarme, alkoholfreie, zuckerfreie Getränke
- Milch und Milcherzeugnisse bis 1,5 % Fett, Käse bis 30 % Fett
- Mageres Fleisch, magere Fleischerzeugnisse, Geflügel und Fisch.

Anschließend wird detailliert ein Speiseplan für einen Tag erstellt, der mit ca. 1500 kcal bemessen ist. Außerdem werden besondere Menüvorschläge gemacht, bei denen all diese Regeln konkret umgesetzt werden.

## **Ergebnisse**

### **Auswertungsplan**

Die Struktur der Daten ergab sich aus der Unterteilung in zwei parallelisierte Gruppen (mit und ohne Schwimmtraining), sowie aus mehreren abhängigen Variablen, die sich auf die körperliche und gesundheitliche Verfassung, sowie das subjektive Wohlbefinden bezog. Ein Vergleich der beiden Gruppen konnte anhand der wichtigsten Parameter (HbA<sub>1c</sub>-Werte, Körpergewicht, Blutdruck) durchgeführt werden. Alle weiteren Parameter dienen ausschließlich der Binnendifferenzierung in der Gruppe mit Schwimmtraining, für die zusätzlich weitere Parameter

erhoben wurden, die Auskunft über die Trainingsfortschritte geben sollten.

Die Auswertungen erfolgten überwiegend mit Hilfe von Varianzanalysen. Soweit Ergebnisse der beiden Gruppen mit und ohne Schwimmtraining verglichen wurden, erfolgte dieses jeweils über zweifaktorielle Varianzanalysen, bei denen der eine Faktor die Gruppenunterteilung repräsentierte, der andere die Messwiederholungen über die drei Messzeitpunkte (vor Beginn des Trainings, nach drei Monaten, nach sechs Monaten). In der Gruppe mit Schwimmtraining wurden generelle Effekte für die gesamte Stichprobe mit Hilfe von einfaktoriellen Varianzanalysen mit Messwiederholungen auf Signifikanz geprüft. Zusätzlich wurde die Gruppe noch nach verschiedenen Kriterien, wie beispielsweise Trainingsaufwand, Geschlecht, Alter usw. unterteilt. Sofern diese zusätzlichen Unterteilungen berücksichtigt wurden, konnten erneut zweifaktorielle Varianzanalysen durchgeführt werden. In einzelnen Fällen, bei denen nicht nur nach Probanden mit und ohne Schwimmtraining unterschieden wurde, sondern weitere Unterteilungen berücksichtigt wurden, wie beispielsweise nach Altersgruppen oder nach dem Geschlecht der Probanden, wurden dreifaktorielle Varianzanalysen berechnet.

Ergänzend wurde versucht, mit Hilfe von multiplen Regressionen den prognostischen Wert von Ausgangsvariablen für den Therapie- und Trainingserfolg zu bestimmen.

### **Vergleich von Patienten mit und ohne Schwimmtraining**

Tabelle 2 beschreibt die Veränderungen der HbA<sub>1c</sub>-Werte bei Patienten mit Schwimmtraining, ohne Schwimmtraining und für die Gesamtgruppe. Die Fallzahl ist geringfügig reduziert, weil in die varianzanalytischen Berechnungen nur diejenigen Fälle eingehen, für die die HbA<sub>1c</sub>-Werte zu allen drei Messzeitpunkten erhoben werden konnten. Für die Gesamtgruppe ergibt sich ein deutlicher Abfall der HbA<sub>1c</sub>-Werte während der ersten drei Monate. Dieser Effekt bleibt auch nach sechs Monaten konstant und ist hoch signifikant ( $F_{2; 154}=9,87; p<.000$ ). Die Ausgangswerte beider Gruppen unterscheiden sich nur geringfügig. In der Gruppe der Patienten mit Schwimmtraining kommt es zu einer geringfügig stärkeren Senkung der HbA<sub>1c</sub>-Werte, jedoch nicht zu einem signifikanten Gruppenunterschied ( $F_{1; 77}=5,25; p=.138$ ). Der etwas stärker ausgeprägte Trend zur Abnahme des Körpergewichtes schlägt sich auch nicht als signifikante Wechselwirkung nieder ( $F_{2; 154}=0,84; p=.434$ ).

Messzeitpunkt	mit Schwimmtraining n = 38		ohne Schwimmtraining n= 41		Gesamtgruppe N = 79	
	M	SD	M	SD	M	SD
vor Beginn	7,36	±1,31	7,45	±1,23	7,41	±1,26
nach 3 Monaten	6,63	±1,01	7,05	±0,91	6,85	±0,98
nach 6 Monaten	6,70	±1,31	7,09	±1,01	6,90	±1,18

Tabelle 2: Die Veränderungen der Stoffwechsellage (HbA1c-Werte)

Tabelle 3 gibt die Veränderungen des Körpergewichts, das hier als Body Mass Index quantifiziert wurde, wieder. Die

varianzanalytische Auswertung erbrachte ähnliche Befunde, wie die Untersuchungen der HbA<sub>1c</sub>-Werte.

Messzeitpunkt	mit Schwimmtraining n = 39		ohne Schwimmtraining n= 42		Gesamtgruppe N = 81	
	M	SD	M	SD	M	SD
vor Beginn	32,03	±4,72	31,99	±3,70	32,01	±4,19
nach 3 Monaten	30,78	±4,51	30,93	±3,56	30,86	±4,02
nach 6 Monaten	30,65	±4,69	30,51	±3,48	30,58	±4,09

Tabelle 3: Die Veränderung des Körpergewichts (Body Mass Index)

Das Körpergewicht der untersuchten Patientengruppe reduzierte sich über den Zeitraum von sechs Monaten insgesamt signifikant, wobei hier auch noch eine Abnahme innerhalb der letzten drei Monate zu beobachten ist ( $F_{2; 158}=31,84$ ;  $p<.000$ ). Diese Effekte sind ebenfalls nicht gruppenspezifisch ( $F_{1; 79}=0,00$ ;  $p=.993$ ). Die Probanden mit Schwimmtraining profitieren von der Maßnahme insgesamt nicht mehr als die Patienten ohne Schwimmtraining. Die Trends beider Gruppen verlaufen eher parallel, als dass sich Wechselwirkungen ergeben ( $F_{2; 158}=0,29$ ;  $p=.749$ ).

Training einen zusätzlichen Effekt hat, wurden daher die Veränderungen in den HbA<sub>1c</sub>-Werten und im Körpergewicht dieser 24 Patienten mit regelmäßiger Trainingsbeteiligung mit denen ihrer 24 nach Ausgangswerten parallelisierten Kontrollpersonen verglichen, die nur das Schulungsprogramm ohne zusätzliches Schwimmtraining absolvierten. Die HbA<sub>1c</sub>-Werte beider Teilgruppen sind in Tabelle 4 dargestellt. Vollständige Werte lagen für jeweils 21 Fälle vor.

Fasst man die bisherigen Ergebnisse zusammen, so zeigt sich, dass das Schulungsprogramm insgesamt positive Auswirkungen hat. Die Patienten nehmen ab, der diastolische Blutdruck wird gesenkt und die Stoffwechsellage wird verbessert. Auf den ersten Blick entsteht dabei allerdings der Eindruck, dass ein Körpertraining durch Schwimmen keine zusätzlichen Effekte bringt. Diese Aussage ist jedoch nicht zulässig, ohne dass die Intensität bzw. Regelmäßigkeit des Trainings berücksichtigt wird.

Ein Patient erschien nicht ein einziges Mal zum Schwimmtraining. Etwas mehr als die Hälfte der Fälle (24 Patienten) nahm an mindestens 10 der 12 Trainingstermine teil. Um die Frage zu prüfen, ob regelmäßiges

Messzeitpunkt	mit Schwimmtraining n = 21		ohne Schwimmtraining n= 21		Gesamtgruppe N = 42	
	M	SD	M	SD	M	SD
vor Beginn	7,26	±0,83	7,28	±0,84	7,27	±0,82
nach 3 Monaten	6,46	±0,89	7,02	±0,91	6,74	±0,93
nach 6 Monaten	6,31	±0,69	7,17	±1,07	6,74	±0,99

**Tabelle 4:** Die Veränderung der Stoffwechsellage (HbA<sub>1c</sub>-Werte) bei Patienten mit regelmäßigem Schwimmtraining und ihrer parallelisierten Kontrollgruppe ohne Schwimmtraining.

In der Gesamtgruppe nahm der mittlere HbA<sub>1c</sub>-Wert während der ersten drei Monate ab und blieb dann konstant, was sich in der Varianzanalyse als signifikanter Zeitpunkteffekt widerspiegelte ( $F_{2; 80}=8,57$ ;  $p<.000$ ). In den beiden Teilgruppen verliefen die Trends jedoch unterschiedlich. Diejenigen Patienten, die regelmäßig am Schwimmtraining teilnahmen, zeigen während der ersten drei Monate eine stärkere Reduzierung ihrer HbA<sub>1c</sub>-Werte als die Kontrollgruppe ohne Training. Außerdem nahmen ihre Werte in den darauf folgenden drei Monaten noch weiter ab, während sie in der Kontrollgruppe ohne Schwimmtraining wieder leicht anstiegen. Diese unterschiedlichen Trendverläufe ergaben in der Varianzanalyse signifikante Wechselwirkungen ( $F_{2; 80}=4,17$ ;  $p=.019$ ). Trotz gleicher Ausgangswerte waren auch die Gruppenunterschiede insgesamt signifikant ( $F_{1; 40}=5,20$ ;  $p=.028$ ).

Die gleichen Berechnungen wurden auch für das Körpergewicht (Body Mass Index) durchgeführt. Hier ergaben sich jedoch keine signifikanten Gruppenunterschiede bzw. Wechselwirkungen, so dass hier auf eine detaillierte numerische Darstellung verzichtet werden kann.

In diesem Zusammenhang ist aber auch von Interesse, welche Auswirkungen das Training bzw. die Schulung auf das subjektive Wohlbefinden haben. Zur Prüfung dieser Frage wurden den Patienten Selbstbeurteilungsfragebögen zur Erfassung der Lebensqualität, der akuten diabetes-spezifischen Beschwerden und der chronischen Beschwerden vorgelegt. Es handelt sich dabei um nicht standardisierte Fragebögen der Medizinischen Hochschule Hannover die zur Verfügung gestellt wurden. Als Messwert dient die durchschnittliche Beantwortung aller Items, die der betreffende Proband angekreuzt hat. Missing Data werden nicht berücksichtigt. Die innere Konsistenz dieser Fragebögen variiert zwischen 0,70 und 0,80. Tabelle 5 beschreibt zunächst die Veränderungen der Lebensqualitäten beider Gruppen. Zu berücksichtigen ist dabei, dass hohe Werte auf dieser Skala einer eher schlechteren Lebensqualität entsprechen und niedrige Werte einer guten Lebensqualität. In der Gesamtgruppe kommt es hier zu einer hoch signifikanten Verbesserung der Lebensqualität ( $F_{2; 132}=13,97$ ;  $p<.000$ ). Die beiden Gruppen unterscheiden sich weder insgesamt ( $F_{1; 66}=0,62$ ;  $p=.432$ ), noch lassen sich Trendunterschiede in Form von Wechselwirkungen mit dem Zeitpunkteffekt nachweisen ( $F_{2; 132}=0,62$ ;  $p=.540$ ).

Messzeitpunkt	mit Schwimmtraining n = 38		ohne Schwimmtraining n= 30		Gesamtgruppe N = 68	
	M	SD	M	SD	M	SD
vor Beginn	2,08	±0,35	1,98	±0,36	2,04	±0,35
nach 3 Monaten	1,94	±0,38	1,89	±0,43	1,92	±0,40
nach 6 Monaten	1,91	±0,37	1,85	±0,39	1,88	±0,37

**Tabelle 5:** Die Veränderungen der Lebensqualität.

Bei den akuten Beschwerden zeichnet sich ein ähnlicher Effekt, wie bei der Lebensqualität ab. Es kommt in der Gesamtgruppe zu einer signifikanten Reduktion des akuten Beschwerdedrucks ( $F_{1; 72}=24,98; p<.000$ ). Die beiden Teilstichproben unterscheiden sich weder insgesamt hinsichtlich ihres Beschwerdedrucks ( $F_{1; 62}=2,95; p=.091$ ), noch lassen sich signifikante Wechselwirkungen mit dem Zeitpunkteffekt nachweisen ( $F_{1; 62}=0,04; p=.835$ ).

Auch bei den chronischen Beschwerden lassen sich Veränderungen nachweisen. Hier ergibt sich ebenfalls nur ein signifikanter Zeitpunkteffekt ( $F_{1; 61}=27,13; p<.000$ ). Systematische Gruppenunterschiede ergeben sich hier nicht ( $F_{1; 60}=0,00; p=.984$ ). Auch unterschiedliche Trendverläufe, die sich als Wechselwirkung mit dem Zeitpunkteffekt manifestieren müssten, lassen sich nicht nachweisen ( $F_{1; 60}=1,29; p=.261$ ).

### Binnendifferenzierung der Gruppe mit Schwimmtraining

Die weiteren Analysen dienen der Binnendifferenzierung der Gruppe mit Schwimmtraining, wobei zunächst geprüft

werden soll, ob sich die in dieser Gruppe zusätzlich untersuchten Parameter ebenfalls verändern.

Zunächst interessiert in diesem Zusammenhang die Frage, ob das Schwimmtraining auch zu einer Verbesserung der Schwimmleistung führt. Berechnet wurde die durchschnittliche Anzahl der Bahnen, die die Teilnehmer innerhalb eines vorgegebenen Zeitraumes von 10 Minuten schwammen.

Der Leistungszuwachs erwies sich hier in der Einwegvarianzanalyse mit Messwiederholung als hoch signifikant ( $F_{2; 72}=10,32; p<.000$ ).

Des Weiteren interessierte die Frage, welche Auswirkungen das Training auf die kardiovaskulären Parameter hat. In der Trainingsgruppe wurden der systolische und der diastolische Blutdruck, der Puls vor und nach dem Training sowie der Ruhepuls gemessen. Die Ergebnisse sind in Tabelle 6 zusammengefasst.

Messzeitpunkt	Ruhepuls n = 30		Puls vor dem Training n= 32		Puls nach dem Training n = 37	
	M	SD	M	SD	M	SD
vor Beginn	71,93	±7,73	123,86	±7,84	142,73	±8,23
nach 3 Monaten	74,57	±9,36	125,23	±9,77	136,33	±8,59
nach 6 Monaten	74,73	±6,93	111,85	±13,27	132,61	±10,78

Tabelle 6: Veränderungen der Pulsfrequenz

Beim Ruhepuls ergaben sich keine signifikanten Veränderungen ( $F_{1; 58}=1,52; p=.228$ ). Die Pulsfrequenz vor und nach dem Training ging jedoch deutlich zurück ( $F_{1; 62}=17,88; p<.000$  und  $F_{1; 72}=16,48; p<.000$ ).

Fasst man die zuletzt zitierten Ergebnisse zusammen, so lässt sich hier ein deutlicher Trainingseffekt konstatieren. Die Kursteilnehmer erbringen innerhalb des Trainingszeitraums von einem halben Jahr deutlich bessere Leistungen, d.h. sie schwimmen in der gleichen Zeit mehr Bahnen, wobei sich gleichzeitig die körperlichen Belastungsparameter, d.h. die Pulsschlagfrequenz, verringert.

Innerhalb der Gruppe mit Schwimmtraining wurden weitere Stoffwechselfparameter erhoben, deren Veränderungen zu-

sammengefasst in Tabelle 7 dargestellt werden. Die geringfügige Reduzierung des Stichprobenumfangs für die verschiedenen Parameter ergibt sich daraus, dass nicht bei allen Patienten der Schwimmgruppe alle fünf Parameter zu drei Messzeitpunkten komplett erhoben werden konnten. Die Varianzanalysen, die hier zur Prüfung der Effekte durchgeführt wurden, lassen sich jedoch nur für die Fälle berechnen, für die ein komplettes Datenmaterial vorliegt. Hervorzuheben bleibt, dass sich zumindest die Cholesterinwerte, die auch fast vollständig erfasst werden konnten, innerhalb dieser Gruppe signifikant verändern und leicht ansteigen. Gleichzeitig findet sich jedoch auch ein leichter, wenn auch nicht signifikanter Anstieg bei HDL und ein Abfall bei den Triglyzeriden und dem Mikroalbumin.

Messzeitpunkt	HDL n = 35		Cholesterin n = 38		Mikroalbum. n = 39		Kreatinin n = 36		Triglyceride n = 36	
	M	SD	M	SD	M	SD	M	SD	M	SD
vor Beginn	48,43	±13,32	212,55	±42,77	23,36	±37,85	0,88	±0,18	200,50	±144,9
nach 3 Mon.	48,40	±11,97	209,66	±43,00	16,47	±33,11	0,87	±0,17	163,50	±61,3
nach 6 Mon.	50,69	±12,82	220,68	±38,14	18,01	±34,12	0,83	±0,20	167,33	±63,7
F-Wert	2,94		3,65		2,65		2,11		2,33	
DF	2; 68		2; 74		2; 76		2; 70		2; 70	
p	.060		.031		.077		.128		.105	

Tabelle 7: Veränderungen weiterer Stoffwechselfparameter innerhalb der Gruppe mit Schwimmtraining.

### Korrelationsstatistische Analysen

Obwohl Übergewicht stets als Risikofaktor für Diabetes gilt, ergab sich hier keine signifikante Korrelation zwischen den HbA<sub>1c</sub>-Werten und dem BMI zu Beginn der Behandlung ( $r = 0,04$ ). Hingegen korrelieren signifikant positiv das Lebensalter und die Erkrankungsdauer ( $r = 0,27$ ), was letztlich wohl ein trivialer Befund sein dürfte. Interessanterweise korreliert die Erkrankungsdauer signifikant negativ mit dem Körpergewicht ( $r = -0,35$ ).

Als grobes Maß für die Therapieeffekte lassen sich die Differenzen der Ausgangswerte von HbA<sub>1c</sub> und BMI und der Endwerte nach sechsmonatiger Behandlung verwenden. Hierbei muss allerdings berücksichtigt werden, dass solche Differenzwerte nur ein sehr grobes Maß für den Therapieeffekt darstellen können, weil die Differenzen auch von den Ausgangswerten abhängig sind. Für eine stark adipöse Person mag ein Gewichtsverlust von zehn Pfund wenig sein, während ein vergleichbar hoher Gewichtsverlust bei einer relativ schlanken Person wesentlich bedeutsamer ist. Obwohl die Ausgangswerte im Körpergewicht und in den HbA<sub>1c</sub>-Werten nicht miteinander korrelieren, stehen die Veränderungen beider Messgrößen in einem sehr engen Zusammenhang ( $r = 0,46$ ).

Je mehr die Patienten an Gewicht verlieren, umso stärker sinken auch ihre HbA<sub>1c</sub>-Werte. Ansonsten korreliert die Veränderung in den HbA<sub>1c</sub>-Werten nur noch positiv mit den Ausgangswerten ( $r = 0,67$ ), d.h. Probanden mit hohen Ausgangswerten im HbA<sub>1c</sub> profitieren stärker von der Behandlung als Patienten mit niedrigen Ausgangswerten. Bei der Veränderung des Körpergewichts entsteht ein ähnlicher Effekt. Die Senkung des Körpergewichts ist umso stärker, je höher das Ausgangsgewicht ist ( $r = 0,30$ ). Vor diesem Hintergrund stellt sich die Frage, ob und inwieweit verschiedene Ausgangsvariablen in Wechselwirkungen miteinander die Veränderungen des Körpergewichtes und der HbA<sub>1c</sub>-Werte determinieren. Zur Untersuchung dieser Frage wurden multiple Korrelationen berechnet, bei denen jeweils die Veränderungen des Körpergewichtes und der HbA<sub>1c</sub>-Werte als abhängige Variablen eingesetzt wurden. Die Determinanten (unabhängigen Variablen) können der Tabelle 8 entnommen werden. Für die Veränderungen der HbA<sub>1c</sub>-Werte betrug die multiple Korrelation  $R = 0,782$ , d.h. 61% der Veränderungen in den HbA<sub>1c</sub>-Werten ist durch die unabhängigen Variablen determiniert.

Determinierende Variable	β-Gewicht	Signifikanz
Behandlungsform	-0.186	.042
Geschlecht	-0,002	.979
Alter	-0,015	.867
Erkrankungsdauer	-0,121	.207
HbA <sub>1c</sub> -Ausgangswert	0,523	.000
BMI-Ausgangswert	0,054	.575
BMI-Veränderungen	0,397	.000

Tabelle 8: Determinanten der Veränderungen in den HbA<sub>1c</sub>-Werten.



Das Ausmaß der Veränderungen der HbA<sub>1c</sub>-Werte ist somit in erster Linie abhängig von der Behandlungsform, den Ausgangswerten des HbA<sub>1c</sub> und der Veränderung des Körpergewichts. Die Reduktion der HbA<sub>1c</sub>-Werte ist umso stärker ausgeprägt, je höher der Ausgangswert war, je mehr die Patienten an Gewicht verlieren und wenn sie am Schwimmtraining teilnehmen.

Für die Veränderungen des Körpergewichts ergeben sich keine eindeutigen Determinanten. Die multiple Korrelation beträgt 0,624, die Veränderungen sind somit zu 39% aus den unabhängigen Variablen vorhersagbar

## Diskussion

Ziel dieser Studie war es, die pädagogischen Aspekte einer Patientenschulung bei adipösen Menschen mit Diabetes mellitus Typ-2 zu untersuchen und festzustellen, in welchem Maße diese Schulung zum Gesundheitsverhalten beigetragen hat [3]. Neben einem verhaltensmedizinischen Programm, an dem alle Patienten teilnahmen, wurden zwei Gruppen gebildet, eine mit und eine ohne Schwimmtraining. Im Verlauf der sechsmonatigen Studie sollte der Einfluss der Patientenschulung auf die Gruppen ohne Schwimmtraining und mit Schwimmtraining unter Berücksichtigung von Stoffwechsel- und Kreislaufparametern untersucht werden. An diesen Untersuchungen nahmen insgesamt 84 Patienten teil. Nahezu die Hälfte der Versuchspersonen führte das Untersuchungsprogramm ohne vorheriges Schwimmtraining durch. Die andere Hälfte absolvierte das Programm mit einem zusätzlichen Schwimmtraining. Die Gruppen wurden dabei nach Alter und Geschlecht parallelisiert.

Die Ergebnisse zeigen, dass das Patientenschulungsprogramm insgesamt positive Effekte bei Typ-2 Diabetikern erzielt [1]. Hervorzuheben ist in erster Linie, dass es bei diesen Patienten zu einer signifikanten Reduktion des Körpergewichtes und zu einer Verminderung des HbA<sub>1c</sub>-Wertes kam ( $p < 0,001$ ). Die Auswirkungen des zusätzlichen Schwimmtrainingsprogramms müssen jedoch differenzierter betrachtet werden. Die Teilstichprobe, in der das Schwimmtrainingsprogramm angeboten wurde, verbesserte im Verlauf des Trainingszeitraumes die Schwimmleistung bei gleichzeitiger Verminderung der kardiovaskulären Beanspruchung in Form einer signifikanten Senkung des diastolischen Blutdruckes ( $p < 0,05$ ). Von besonderer Bedeutung ist offensichtlich die Regelmäßigkeit der Teilnahme am Trainingsprogramm. Diesbezüglich ergaben sich starke Unterschiede zwischen den Teilnehmern. Etwa die Hälfte nahm regelmäßig teil. Für diejenigen Patienten, die regelmäßig an diesem Trainingsprogramm teilnahmen, zeigen sich im Hinblick auf die HbA<sub>1c</sub>-Werte, nicht jedoch im Hinblick auf das Körpergewicht, deutlich bessere Therapieeffekte [10]. Daraus kann man schließen, dass man Patienten mit Diabetes mellitus Typ-2 nicht nur eine spezielle Ernährung und Gewichtsreduktion empfehlen, sondern ihnen auch ein Ausdauertraining anbieten sollte.

Die Berechnung der multiplen Korrelation ergab, dass diejenigen Patienten am meisten von der Schulung profitierten, die höhere HbA<sub>1c</sub>-Ausgangswerte aufwiesen, mehr Körpergewicht im Verlauf der Schulung verloren und häufig am Schwimmtraining teilnahmen [5, 6]. Neben einer Verbesserung der Risikowerte kam es auch subjektiv zu einer Besserung der Lebensqualität und einer Minderung des Beschwerdedrucks bei den Patienten.

Diese Veränderungen für die Gesamtgruppe erwiesen sich in der Varianzanalyse als hoch signifikanter Zeitpunkteffekt. In den beiden Teilstichproben reduzierten sich die HbA<sub>1c</sub>-Werte annähernd parallel. Bei nahezu gleichen Ausgangswerten schienen die Patienten mit Schwimmtraining etwas mehr zu profitieren als Patienten ohne Schwimmtraining. Dieser Effekt war in Anbetracht der starken Streuungen der HbA<sub>1c</sub>-Werte jedoch statistisch nicht signifikant. Die beiden Gruppen unterschieden sich weder insgesamt hinsichtlich der HbA<sub>1c</sub>-Werte noch zeigten sie unterschiedliche Trends der Entwicklung der HbA<sub>1c</sub>-Werte über die sechs Monate hinweg. Solche Unterschiede in den Trends hätten sich sonst als signifikante Wechselwirkungen in der Varianzanalyse darstellen müssen.

Der Vergleich der beiden Gruppen mit und ohne Schwimmtraining hat außerdem ergeben, dass sich die Werte für Patienten mit Schwimmtraining etwas besser entwickeln als die der Patienten ohne Schwimmtraining, wobei die Unterschiede jedoch nicht statistisch signifikant waren. Dies ist offensichtlich durch die relativ unregelmäßige Teilnahme an dem einmal wöchentlich stattfindenden Schwimmprogramm zu erklären [2]. Durch ein tägliches eigenaktives Schwimmtraining und regelmäßige Teilnahme in der Schwimmgruppe wären sicherlich signifikante Unterschiede zu der Gruppe ohne Schwimmtraining gefunden worden.

## Schlussfolgerungen:

- Eine allgemein verständlich und didaktisch gestaltete Patientenschulung und engmaschige Kontrollen von Blutzucker und HbA<sub>1c</sub>, in Verbindung mit einer analytischen Besprechung der Belastungsergebnisse führen zu einer verbesserten Stoffwechseleinstellung. Zusätzlich können durch ein tägliches Trainingsprogramm signifikante Verbesserungen der Stoffwechsel- und Kreislaufparameter erzielt werden [9].
- Erfahrungsgemäß reichen ärztliche Empfehlungen für körperliche Aktivität nicht aus, da Diabetiker krankheitsbedingt häufig an einer gewissen Trägheit leiden. Vergleichbar den Herzsportgruppen sollten sie durch engagierte Pädagogen oder Ergotherapeuten angeleitet und trainiert werden [8]. Dies wurde durch diese Studie eindrucksvoll belegt.

## Literatur

1. Arnold, R., Siebert, H. (2003): Konstruktivistische Erwachsenenbildung. Hohengehren: Schneider
2. Berger, M., Berchtold, P. (1997): The role of physical exercise and training in the management of diabetes mellitus. *Bibl. Nutr. Diet*, 27, 41-54.
3. Bönsch, M. (2000): Variable Lernwege: Ein Lehrbuch der Unterrichtsmethoden. Paderborn, München, Wien, Zürich: Schöningh
4. Brinkmeier, U., Frank, M., Tewes, U. (1998): Diabetes II im Gespräch: mit Diabetes leben; Patientenbuch und Arbeitsmaterial. Heidelberg: Spektrum
5. Liesen, H., Heikkinen, E., Suominen, H., Michel, D. (1975): Der Effekt eines 12wöchigen Ausdauertrainings auf die Leistungsfähigkeit und den Muskelstoffwechsel bei untrainierten Männern des 6. und 7. Lebensjahrzehnts. *Sportarzt und Sportmed.* 2, 26.
6. Macko, R.F., DeSouza, C.A., Tretter, L.D., Silver, K.H., Smith, G.V., Anderson, P.A., Tomoyasu, N., Gorman, P., Dengel, D.R. (1997): Treadmill aerobic exercise training reduces the energy expenditure and cardiovascular demands of hemiparetic gait in chronic stroke patients. A preliminary report. *Stroke*, 28 (2), 326-330.
7. Siebert, H. (2001b): Selbstgesteuertes Lernen und Lernberatung: Neue Lernkulturen in Zeiten der Postmoderne. Neuwied, Krefeld: Luchterhand
8. Tegtbur, U., Busse, N., Machold, H. und Brinkmeier, U. (2001): Noradrenalin – und Laktatanabolismus im doppelten Stufentest vor und nach 6-monatiger ambulanter kardialer Rehabilitation. *Klinische Sportmedizin*, 2 (6), 106-13.
9. Tewes, U. (1995): Modifikation des Gesundheitsverhaltens von adipösen Patienten mit Typ - II - Diabetes, die nicht Insulin spritzen, in der allgemeinärztlichen Praxis, *Zeitschrift für Medizinische Psychologie*, Heft 3, 109 – 117.
10. Vukovich, M.D., Arciero, P.J., Kohrt, W.M., Racette, S.B., Hansen, P.A., Holloszy, J.O. (1996): Changes in insulin action and GLUT-4 with 6 days of inactivity in endurance runners. *J Appl Physiol*, 80 (1), 240-244.

**Korrespondenzadresse:** Werner Lampe  
Schilfkamp 16,  
D-31275 Lehrte ,  
Tel.: 05175-31166, Fax: 05175-31366  
E-Mail: [werner-lampe@t-online.de](mailto:werner-lampe@t-online.de)