



S. Hartmann*, P. Bung**,
P. Platen*, R. Rost*

Sport und Schwangerschaft - der Stand heute

Physical exercise and pregnancy - an update

* Institut für Kreislaufforschung und Sportmedizin, DSHS Köln

** Universitäts-Frauenklinik Bonn

Zusammenfassung

Eine Schwangerschaft stellt eine vorübergehende dabei jedoch tiefgreifende Veränderung des weiblichen Organismus in anatomischer, physiologischer und endokrinologischer Hinsicht dar. Das Zusammenwirken von Sport und Schwangerschaft ist ein ausgesprochen komplexes Geschehen, so daß das Verständnis für diesen Zusammenhang durch die Vielzahl der Variablen und deren gegenseitige Wechselwirkungen erschwert wird. Im allgemeinen ist die regelmäßige Ausübung aerober Sportarten während der Schwangerschaft positiv zu bewerten.

Summary

Pregnancy is a transient profound change of the female organism in anatomic, physiological and endocrinological respects. Due to the large number of variables and their complex mutual interplay, the interaction of physical exercise and pregnancy is still quite challenging to understand. However, it is safe to say that in general the pregnant woman will benefit from aerobic exercise.

Einleitung

Die Frage nach der körperlichen Belastbarkeit einer schwangeren Frau und deren Auswirkungen auf Mutter und Kind beschäftigt die Menschheit seit den ersten Hochkulturen. In der heutigen Zeit, in der dem Freizeitverhalten ein so hoher Stellenwert zukommt, stellt sich diese Frage mit besonderer Dringlichkeit. Im

Gegensatz zu früheren Zeiten, in denen eine Schwangerschaft als Krankheit betrachtet wurde, sieht man heute in einer Schwangerschaft lediglich einen vorübergehenden physiologischen Zustand, welcher mit entsprechenden anatomischen, kardiorespiratorischen und metabolischen Veränderungen des Organismus einhergeht. Daraus ergibt sich, daß sich eine Frau während einer komplikationslos verlaufenden Schwangerschaft „normal“ verhalten darf, d.h. sie darf mit Einschränkungen reisen, fliegen, Sport treiben, Genußmittel (Tabak und Rauschgift ausgenommen) zu sich nehmen usw., wobei sie natürlich Exzesse jeglicher Art meiden sollte.

Hinsichtlich der körperlichen Belastung stellt sich die Frage nach Sportart und Ausmaß sowie Intensität der Belastung aufgrund der möglichen Schädigung des Feten in besonderem Maße.

Das Kernproblem der Beziehung zwischen Schwangerschaft und körperlicher Belastung resultiert aus der Tatsache, daß sich deren physiologische Anpassungsmechanismen additiv auswirken und damit zumindest theoretisch eine Gefährdung des Embryos bzw. des Feten in utero möglich ist. Besonders in den 80er und frühen 90er Jahren erlebte diese Fragestellung einen Boom an experimentellen Untersuchungen mannigfaltiger Art, die einige relevante Aufschlüsse erbrachten, aber bis heute noch keine vollständigen und befriedigenden Antworten auf alle Fragen geben können. Eine geradezu erstaunlich anmutende Vielfalt von Resultaten und Expertenmeinungen prägt dieses Sachgebiet, dessen neuesten Forschungsstand dieser Artikel wiedergeben soll. Eine detailliertere Darstellung und Problematisierung fin-

det sich im Literaturüberblick von Hartmann (12).

Im folgenden soll zunächst auf die relevanten physiologischen Veränderungen, wie sie durch eine Schwangerschaft bei gleichzeitiger körperlicher Belastung durch Sport entstehen, eingegangen werden. Auswirkungen auf Mutter und Fetus werden genauer betrachtet, sowie Resultate tierexperimenteller Studien vorgestellt, welche die bisherigen Erkenntnisse abrunden und sinnvoll ergänzen sollen. Sportartspezifische Betrachtungen und Empfehlungen folgen im letzten Teil.

Sportlich relevante Anpassungen an eine Schwangerschaft

Eine Schwangerschaft stellt eine vorübergehende tiefgreifende Veränderung des mütterlichen Organismus dar. Es kommt zu kardiorespiratorischen, metabolischen und morphometrischen Veränderungen, die für die Belastbarkeit während einer Schwangerschaft relevant sind.

Morphometrische Veränderungen

Der vorstehende Bauch, der „watschelnde“ Gang und die Hyperlordose sind typische Merkmale einer normalen Schwangerschaft. Der ständig wachsende Uterus ist der ausschlaggebende Grund für die Veränderungen in der Statik und Dynamik des Skeletts. Der Uterus orientiert sich im Verlaufe einer Schwangerschaft nach vorne in die Bauchhöhle und verschiebt den Schwerpunkt der Mutter, so daß eine progressive lumbale Lordose und eine Rotation der Pelvis auf dem Femur auftritt. Der

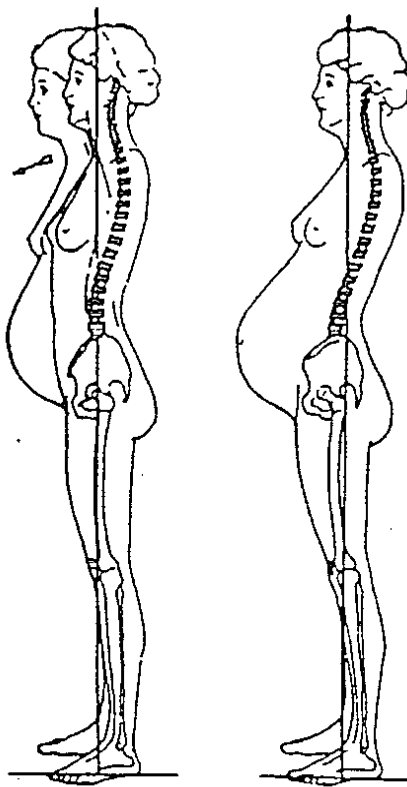


Abbildung 1: Veränderungen in Statik und Dynamik des Skeletts im Laufe der Schwangerschaft

Ausgleich des Schwerpunkts verschiebt sich nach hinten über das Becken. Um die lumbale Lordose auszugleichen, kommt es zu einer Halswirbelsäulen-Hyperkyphose und zum Absinken und zur Abduktion der Schultern (siehe Abb.1).

Die verstärkte Ausschüttung von Relaxin und Östrogen in der frühen Schwangerschaft bewirkt eine steigende Entspannung der Bänder. Der Knorpel wird weicher, und durch eine Zunahme der Gelenkflüssigkeit weiten sich die Gelenke des Beckens. Daraus resultiert ein erhöhtes Maß an Beweglichkeit. Im dritten Trimester tritt trotz einer erhöhten Relaxation der Bänder eine reduzierte Beweglichkeit in den Fuß- und Handgelenken auf. Diese Veränderung, welche besonders in der Grundsubstanz des Bindegewebes auftritt, wird durch die Retention von Wasser verursacht. Ödeme und Parästhesien in den Händen, Muskelschwäche und das sogenannte Karpaltunnel-Syndrom können die Folge sein.

Kardiorespiratorische Veränderungen

Herzminutenvolumen und Blutvolumen steigen zwischen der sechsten und achten Woche an und erreichen ihre Spitzenwerte (40-50% Anstieg) am Ende des zweiten Trimesters. Der Anstieg des Blutvolumens erklärt sich durch den bis zu 50%igen Anstieg des Plasmavolumens und den bis zu 20%igen Anstieg des Erythrozytenvolumens. Dadurch sinkt der Hämatokrit auf rund 35%. Die relative Reduktion der roten Blutkörperchen impliziert aber nicht, daß weniger Sauerstoff zu den Organen transportiert wird. In der frühen Schwangerschaft ist der Anstieg des Herzminutenvolumens in Ruhe proportional größer als der Anstieg der minutlichen Sauerstoffaufnahme. Daher sinkt die arterio-venöse Sauerstoffdifferenz. In der späten Schwangerschaft

Zur Schmerztherapie...

Kompetente Beratung:
Hotline
(07121)26 93 93

DOLOTENS®

Die verordnungsfähige Alternative!

5 Jahre Garantie

- Technik die begeistert
- Preisgünstig
- Leicht zu bedienen
- Hohe Patientensicherheit
- Kontrollierbare Therapiezeiten
- Deutsches Qualitätsprodukt

Brudermüller

neu!

Brudermüller GmbH
Elektromedizin
Postfach 1353
D-72703 Reutlingen
Tel. (07121)2693-0
Fax (07121)26 93-26

Handelsvertreter gesucht!

Technische Änderungen vorbehalten

nimmt die Sauerstoffaufnahme/Minute in Ruhe stetig zu, während das Herzminutenvolumen in der sitzenden und liegenden Lage abnimmt und die arterio-venöse Sauerstoffdifferenz zunimmt.

Sowohl das Schlagvolumen als auch die Herzfrequenz tragen zu der Steigerung des Herzminutenvolumens bei, wobei der relative Anteil der beiden Parameter Gegenstand kontroverser Diskussionen ist. Nach Romem *et al.* (30) und de Swiet (10) hat die Herzfrequenz dabei einen höheren Anteil, während nach Spätling *et al.* (33) das Schlagvolumen einen höheren Anteil ausmacht. Die unterschiedlichen Ergebnisse können dadurch erklärt werden, daß Herzfrequenz und Schlagvolumen sowohl inter- als auch intraindividuell während einer Schwangerschaft erheblich variieren.

Das erhöhte Herzminutenvolumen wird neben der Erhöhung der Herzfrequenz auch durch eine Vergrößerung des Herzens erreicht. Das durchschnittliche enddiastolische Volumen des Herzens steigt von 70 auf 80 ml an aufgrund einer größeren Füllung des Herzens in der Diastole und einer Hypertrophie des Herzmuskels. Die erhöhte Erregbarkeit des Herzens kann zu einem gehäuftem Auftreten von Extrasystolen führen. Schwangere mit dieser Neigung sollten während einer körperlichen Belastung überwacht werden.

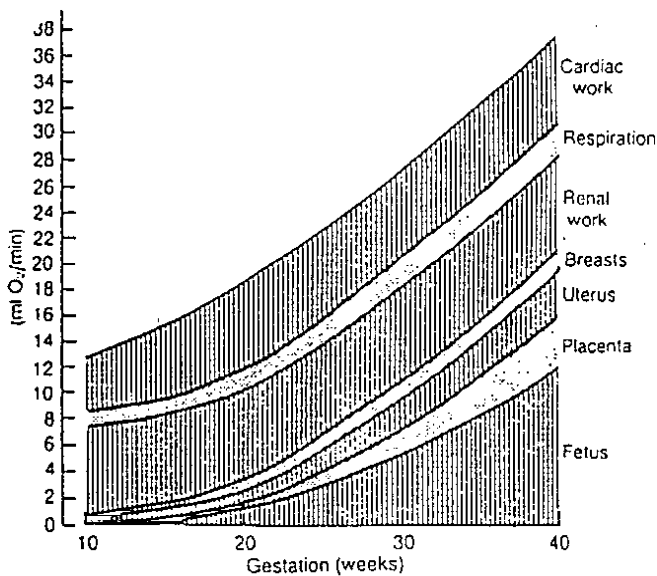


Abbildung 2: Sauerstoffverbrauch wesentlicher Organe in den verschiedenen Schwangerschaftsstadien

Ein wichtiger Faktor, der bei körperlicher Belastung berücksichtigt werden sollte, ist die Körperlage. In der stehenden Position bewegt sich der Uterus nach vorne, während er in der liegenden Position auf die Wirbelsäule drückt und die untere Hohlvene sowie die abdominale Aorta abdrücken kann. Aus diesen Gründen verringert sich in der liegenden Position das Herzminutenvolumen, bzw. es entsteht ein niedrigerer Blutdruck in der stehenden Position: Das Blut verbleibt in den unteren Extremitäten. Wenn schwangere Frauen im dritten Trimester sich von einer liegenden in eine stehende Körperlage bewegen, treten bei zwei von drei Frauen schockartige Symptome auf (rasender Puls, niedriger Blutdruck), die aber innerhalb von vier Minuten wieder korrigiert werden. Der kurzzeitig reduzierte venöse Rückfluß der unteren Extremitäten scheint für diese Reaktion verantwortlich zu sein.

Die Veränderungen der „Atmung“ vollziehen sich schon früh in der Schwangerschaft (ab der siebten Woche). Diese Veränderungen, die vor allem durch das Progesteron gesteuert werden, treten auf, noch bevor der Uterus die Atmung mechanisch beeinträchtigt. Die totale Lungkapazität zeigt wenig Veränderungen. Atemminutenvolumen und Atemzugvolumen erhöhen sich in Ruhe um rund 40%. Wie Abbildung 2 zeigt, sind die Hauptabnehmer für den Sauerstoff

Herz, Nieren, Fetus und Plazenta. Die Vitalkapazität verändert sich kaum, während das expiratorische Reservevolumen und das Residualvolumen um 200 ml respektive um 300 ml abnehmen. Die funktionale Reservekapazität sinkt daher während der Schwangerschaft um 500 ml. Der respiratorische Quotient verändert sich nicht signifikant.

Ob die Atmung während der Schwangerschaft stärker durch das Atemzugvolumen oder durch die Atemfrequenz erhöht ist, ist Gegenstand von kontroversen wissenschaftlichen Diskussionen. Die gegenüber der Sauerstoffaufnahme stärker erhöhte Atmung führt zu einer Reduktion des mütterlichen pCO_2 und erleichtert den Transfer von CO_2 vom Fetus über die Plazenta zur Mutter. Aufgrund des niedrigeren Schwellenwerts für den pCO_2 wird das mütterliche Atemzentrum gegenüber abfallendem pCO_2 empfindlicher. Für jeden Anstieg des pCO_2 erhöht sich die Ventilation um das Vierfache verglichen mit dem nichtschwangeren Zustand (30).

Metabolismus

Während einer Schwangerschaft erhöht sich der maternale Grundumsatz. Es tritt eine erhöhte Wärmeentwicklung auf und mehr Glukose wird verbraucht. Die optimale schwangerschaftsbedingte Gewichtszunahme beläuft sich zwischen 10

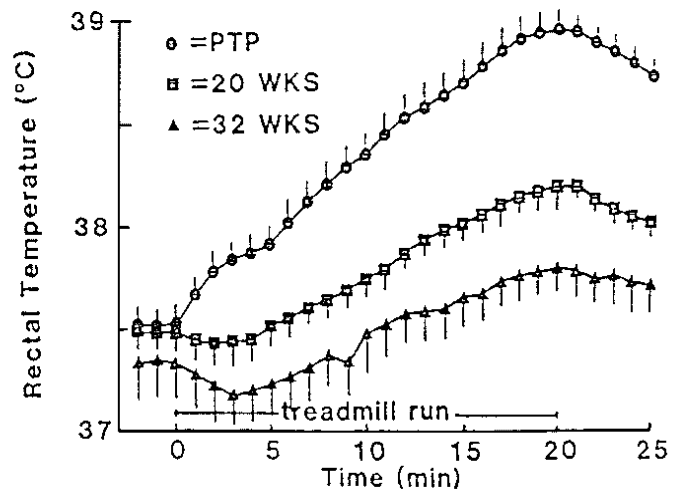


Abbildung 3: Die Veränderung der rektalen Temperatur vor, während und nach einer 20-minütigen Laufbandbelastung vor der Schwangerschaft (Kreise) und während der Schwangerschaft in der 20. Woche (Vierecke) und in der 32. Woche (Dreiecke) (6, S.128).

und 15 kg. Durch die Ausschüttung von Östrogen wird das Wachstum des Uterus stimuliert. Durch die Hypertrophie der Muskelzellen wächst der Uterus stark an, wobei die Kontraktionsfähigkeit des Uterus erhöht ist, d.h. es kann bereits im ersten Trimenon zu unregelmäßigen und schmerzlosen Kontraktionen kommen (Braxton-Hicks Kontraktionen).

Maternale Anpassungen an körperliche Belastung

Einführend soll darauf hingewiesen werden, daß physiologische Anpassungsmechanismen an körperliche Belastung und eventuelle Gefahren während der Schwangerschaft maßgeblich von verschiedenen Faktoren abhängen. Von primärer Bedeutung sind dabei belastungsspezifische Parameter wie z.B. Art der körperlichen Belastung (aerob, anaerob, Kraft), deren Intensität, Dauer (kontinuierlich oder intermittierend), Umfang, Häufigkeit sowie individuelle Charakteristika wie u.a. Trainingszustand, Gestationsalter, Erstgebärende oder Mehrgebärende sowie Alter der Schwangeren.

Herz-Kreislauf-System und Atmung

Bei sportlicher Ausdauerbelastung werden Herz, Skelettmuskulatur und Haut



verstärkt durchblutet, während sich die Gefäße in der Peripherie verengen und der Gastrointestinaltrakt prozentual weniger durchblutet wird. Herzminutenvolumen, Atemminutenvolumen, arteriovenöse Sauerstoffdifferenz und Temperatur steigen in Abhängigkeit von Belastungsart, -intensität, -dauer und -umfang an. Bei niedriger Belastung sind diese Veränderungen relativ gering, während bei höheren Belastungsintensitäten das Herzminutenvolumen um das vier- bis fünffache ansteigen kann. Dabei verschiebt sich die regionale Durchblutung zugunsten von Herz, Skelettmuskeln und Haut, die zwischen 70 und 85% der Durchblutung in den Gefäßen ausmacht (35). Die unmittelbare Gefahr, die aus dieser Blutumverteilung resultieren könnte, ist die potentielle Blutunterversorgung der fetoplazentaren Einheit. Damit wäre zumindest theoretisch zeitweise eine akute Sauerstoff- und Substratunterversorgung des Feten möglich.

Während der Schwangerschaft ist nicht mit einer signifikanten Einschränkung der kardiopulmonalen Kapazität zu rechnen. Bei submaximaler Belastung nehmen Herz-Kreislauf-Volumina, Herzfrequenz und Blutdruck stärker zu als bei Nichtschwangeren (33). Die Sauerstoffaufnahme nimmt bei gleicher Belastung mit der Dauer der Schwangerschaft zu (17, 33). Daher wird eine Sauerstoffschuld leichter und früher eingangen und braucht entsprechend länger, um wieder abgebaut zu werden.

Zahlreiche Untersuchungen haben ergeben, daß im Breitensport trainierte Frauen ihren Trainingszustand während einer Schwangerschaft halten konnten (28).

Leistungsvermögen

Die submaximale Leistungsfähigkeit ist während einer Schwangerschaft nicht eingeschränkt, sondern eher erhöht. Dies gilt sowohl für untrainierte als auch für Frauen, die Breitensport treiben (9, 17, 32). Die Gründe für eine Leistungssteigerung durch eine Schwangerschaft werden bis heute noch nicht ausreichend verstanden. Es wird jedoch die These vertreten, daß eine Schwangerschaft per se physiologische Anpassungsprozesse auslöst, die denen eines Ausdauertrainings vergleichbar sind (17). Möglicherweise erzielt das durch eine Schwangerschaft bedingte Mehrgewicht einen Trai-

ningseffekt (7). Vermutlich ist die maximale Leistungsfähigkeit ebenfalls nicht eingeschränkt (20), jedoch sollte diese Betrachtung für schwangere Frauen nicht relevant sein, weil von einer maximalen Belastung während der Schwangerschaft abgeraten werden sollte.

Temperatur

Bei körperlicher Belastung erhöht sich durch die Wärmeproduktion der Skelettmuskulatur die Körpertemperatur, die das Risiko einer fetalen Hyperthermie mit teratogenen Schädigungen in sich birgt.

Durch den negativen Temperaturgradienten zwischen Mutter und Fetus, gibt der Fetus seine eigene metabolisch erzeugte Wärme leicht an die Mutter und dann an die Umgebung ab. Steigt die maternale Temperatur an, so muß der Fetus seine eigene Wärme speichern und die produzierte Wärme der Mutter zusätzlich tolerieren. Die teratogene Schwelle wird bei Belastungen an Land bei 39,2°C und bei Belastungen im Wasser bei 38°C angenommen (15, 16). Durch einen Temperaturanstieg wird die Sauerstoffbindungskurve nach rechts verschoben, und die Sauerstoffaffinität nimmt ab. Erschwerend kommt hinzu, daß sich der Sauerstoffbedarf und der fetale Energieverbrauch bei steigender Temperatur erhöhen.

Bei submaximaler Belastung steigt die rektal gemessene Körperkerntemperatur um 0,6 bis 1°C an. Bei intensiveren Belastungen (z.B. Marathonläufe) sind Körperkerntemperaturen von 40-42°C keine Seltenheit (14). Insofern stellen submaximale körperliche Belastungen, welche kurz- bis mittelfristig ausgeübt werden, im Gegensatz zu fast maximalen und sehr lang andauernden Belastungen keine Gefahr für den Fetus dar. Darüber hinaus verbessert sich die Thermoregulation mit zunehmender Dauer der Schwangerschaft bei gleichbleibender körperlicher Belastung zusehends, so daß mit der späten Schwangerschaft die Gefahr einer Überhitzung weniger stark ausgeprägt ist als in der frühen Schwangerschaft (Abb. 3).

Clapp *et al.* (6) führen diese Tatsache auf die physiologischen Anpassungserscheinungen der Schwangerschaft und des Trainings wie die Zunahme des Blutvolumens, die vermehrte Blutzirkulation in

der Haut und den thermischen Streß, der durch den Fetus hervorgerufen wird, zurück. Neben Belastungsintensität, -dauer und -umfang ist die Erhöhung der Temperatur von zahlreichen zusätzlichen individuellen Faktoren abhängig. Daher sollte die schwangere Frau bei körperlicher Belastung zusätzliche Faktoren wie Gewicht, Kleidung, Außentemperatur, Luftfeuchtigkeit, Luftbewegungen, Prozent Fettanteil, Trainingszustand, die sich alle auf die Thermoregulation auswirken, in ihre Überlegungen einbeziehen.

Metabolismus, uteriner Blutfluß, Uteruskontraktionen

Sowohl eine Schwangerschaft als auch eine körperliche Belastung bewirken einen gesteigerten Substratverbrauch. Im Rahmen von Glukoneogenese und Glykogenolyse wird mehr Glukose freigesetzt, um kurzfristig neben dem Glukosebedarf für Gehirn und Fetus Kohlenhydrate für die arbeitende Muskulatur bereitzustellen. Da die fetoplazentare Einheit überwiegend Glukose metabolisiert, ist hierbei der maternale Glukoseverbrauch von maßgeblichem Interesse. Grundsätzlich besteht bei körperlicher Belastung und Schwangerschaft die Gefahr der kalorischen Unterversorgung der fetoplazentaren Einheit bis hin zu einer Hypoglykämie, die auf Dauer einen negativen Einfluß auf das fetale Wachstum nehmen kann. Bei submaximalen Belastungen besteht bei Schwangeren eine ausgeprägte Hypoglykämieeigung (3, 7). Der Grad der hypoglykämischen Reaktion kann durch Belastung mit kurzen Pausen, eine verbesserte Kondition und eine Senkung der Belastungsintensität abnehmen.

Sowohl Untersuchungen beim Menschen (21) als auch Tierexperimente haben erwiesen, daß die Durchblutung des Uterus bei Belastung abnimmt. Ob körperliche Belastungen Uteruskontraktionen auslösen können, ist aufgrund sehr kontroverser Untersuchungsergebnisse bis heute nicht beantwortbar. Möglicherweise spielen hierbei individuelle Anlagen sowie die Ausschüttung von Noradrenalin eine Rolle.

Geburt und Nachkommen

Die Mehrzahl von Studien weist darauf hin, daß körperliche Belastung und ein guter körperlicher Zustand in der



Schwangerschaft vorteilhaft sind (36). Auf Schwangerschaftsdauer und Apgarzahlen scheint eine körperliche Belastung während der Schwangerschaft keinen Einfluß zu haben. Zur Auswirkung auf weitere Parameter, die im Rahmen von Untersuchungen betrachtet worden sind, wie Geburtsmodus, Notwendigkeit von Schmerzmedikamenten, Dauer der Wehen, lassen sich keine eindeutigen Aussagen treffen.

Fetale Anpassungen an körperliche Belastung

Die Auswirkungen maternaler körperlicher Belastung auf den Fetus werden anhand des intrauterinen fetalen Herzschlags und morphometrischer Daten bei der Geburt gemessen bzw. nachvollzogen. Die Ergebnisse bisheriger Studien hinsichtlich des fetalen Herzschlags und des Atmungsmusters sind sehr kontrovers und lassen keine eindeutige Schlussfolgerung zu. Sicherlich ist die Auswirkung auf den Fetus von Dauer und Intensität der Belastung abhängig. Jedoch lassen sich hier keine einheitlichen Regeln aufstellen, da Dauer und Intensität einer körperlichen Belastung eine Frau je nach Trainingszustand, Alter, Schwangerschaftswoche u.ä. unterschiedlich stark belasten.

Zusammenfassend läßt sich sagen, daß auf neonatale Morbidität und Zustand nach der Geburt weder ein positiver noch ein negativer Einfluß spürbar scheint. Die unterschiedlichen Ergebnisse legen die Vermutung nahe, daß der Einfluß von Belastung auf das Geburtsgewicht aller Voraussicht nach multifaktoriell ist. Dabei spielen vermutlich nach Schwangerschaftsalter, Kalorienaufnahme, demographische und sozioökonomische Faktoren eine Rolle.

Tierexperimente

Obwohl die Übertragbarkeit der Ergebnisse von Tierexperimenten auf den Menschen aus vielerlei Gründen problematisch ist (wie etwa die Andersartigkeit der Reproduktion und anderer genereller physiologischer Parameter), sollen hier die wichtigsten Erkenntnisse erwähnt werden. Die Mehrzahl der Ergebnisse zeigt übereinstimmend, daß der uterine Blutfluß in Abhängigkeit von der Belastungsintensität sinkt. Die Abnahme des

uterinen Blutflusses verhält sich proportional zur Belastungsintensität, d.h. je intensiver eine Belastung ist, desto geringer ist der uterine Blutfluß (13, 18). Bemerkenswerterweise kommt es dabei aber zu keiner fetalen Sauerstoff- und Energieunterversorgung (5, 19). Der Blutfluß zum Uterus wird als Reaktion auf Belastung umverteilt, so daß Kotyledonen auf Kosten des Myometriums und des Endometriums bevorzugt werden (13). Abgesehen von Schafen, die bei Belastung im Gegensatz zum Menschen eine Hyperglykämie neigung zeigen, nehmen bei Belastung die Blutglukosekonzentrationen von Tieren ab; nach der Belastung wandert die Glukose verstärkt zu den Muskeln und nicht zum Fetus (23). Erhöht sich die Körperkerntemperatur - ähnlich wie beim Menschen - um mehr als 2° C, kann dies zu Mißbildungen und einer erhöhten Sterblichkeitsrate unter den Nachkommen führen (22). Die Auswirkungen von leichter bis mittelgradiger Belastung haben auf das fetale Gewicht keinen Einfluß (31).

Intensive, fast maximale Belastung wirkt sich auf den fetalen Wachstumsprozeß besonders in der zweiten Schwangerschaftshälfte negativ aus (26, 27).

Empfehlungen

Aufgrund der kontroversen Ergebnisse vieler physiologischer und endokrinologischer Parameter in diesem Bereich muß davon ausgegangen werden, daß die Wechselbeziehung zwischen körperlicher Belastung und einer Schwangerschaft multifaktoriell und sehr komplex ist. Komplizierend kommt hinzu, daß sowohl eine Schwangerschaft als auch mehr oder minder regelmäßige körperliche Belastung während einer Schwangerschaft aufgrund vieler persönlicher Daten wie Alter, Trainingszustand, Zeitpunkt in der Schwangerschaft, Lebensgewohnheiten ein sehr individuelles Geschehen darstellen, welches selbst bei einem komplikationslosen Schwangerschaftsverlauf nur unter Vorbehalt von einer Frau auf eine andere übertragbar ist.

Die erstaunlich anmutende Meinungsvielfalt von Fachleuten in diesem Bereich belegt die Schwierigkeiten, die potentiellen Risiken und Gefahren für Frauen einzuschätzen, die sich während der Schwangerschaft körperlich bela-

sten. Folglich erscheinen viele Empfehlungen, die von verschiedenen Institutionen abgegeben werden, sehr konservativ, wenn man von genereller Gültigkeit ausgehen will. Daher sind diese Richtlinien besonders für Frauen, die bereits vor der Schwangerschaft breitensportlich regelmäßig trainierten, unter Umständen zu restriktiv.

Folgende allgemeine Aussagen lassen sich zu körperlichen Belastungen während einer Schwangerschaft treffen.

Wie bereits erwähnt, sollten vier grundsätzliche Gefahren bei einer Belastung während der Schwangerschaft gemieden werden:

1. Hyperthermie,
2. Hypoglykämie und Hypoxie,
3. Verletzungen aufgrund der veränderten Morphometrie,
4. ruckartige Beschleunigungen und abruptes Abbremsen (Gefahr der Nabelschnurumschlingungen).

Aufgrund der Ergebnisse zahlreicher Studien läßt sich im allgemeinen folgern, daß die Vorteile, die sich durch eine regelmäßig ausgeübte körperliche Belastung ergeben, gegenüber den Nachteilen überwiegen. Einige der grundsätzlichen Vorteile, die sich aus einer regelmäßigen sportlichen Belastung während der Schwangerschaft ergeben, sind die folgenden:

- gesteigertes subjektives Wohlbefinden,
- Körperbeherrschung,

Tabelle 1: Kontraindikationen für eine Belastung während der Schwangerschaft

Gynäkologische Kontraindikationen

- Vorzeitiger Blasensprung
- vorherige Frühgeburten
- Schwangerschaft mit Zwillingen
- Uterusblutungen
- frühzeitige Wehentätigkeiten

Internistische Kontraindikationen

- Anämie
- Anorexia nervosa
- Bulimie
- Diabetes mellitus
- Herzkrankheiten
- Hypertonie
- Krampfneigungen
- Nierenkrankheiten
- extremes Über- oder Untergewicht



- Erhalt bzw. Steigerung der Fitness,
- Reduzierung des morgendlichen Unwohlseins,
- Stärkung der Rückenmuskulatur,
- Vermeidung der Bildung von Thrombosen, Krampfadern und Hämorrhoiden,
- bessere körperliche Vorbereitung auf die Geburt sowie
- schnellere Erholung nach der Geburt.

Darüberhinaus schützt eine regelmäßige Belastung vor einem schwangerschaftsbedingten Diabetes mellitus (4, 11).

In Tabelle 1 finden sich die Kontraindikationen bei denen auf eine Belastung während der Schwangerschaft verzichtet werden sollte.

Bei Frauen mit normalem bzw. komplikationslosem Schwangerschaftsverlauf ergeben sich gelegentlich Symptome, bei denen eine Belastung sofort abgebrochen bzw. gar nicht erst ausgeübt werden sollte (siehe Tab. 2).

In diesem Zusammenhang wäre es wünschenswert, wenn jeder interessierten schwangeren Frau einige Hintergrundinformationen über die physiologischen Veränderungen während einer Schwangerschaft angeboten werden würden, damit sie selbst weiß, wann sie eine Belastung abbrechen sollte.

Tabelle 3 gibt einen Überblick über empfehlenswerte bzw. nicht empfehlenswerte Sportarten während einer Schwangerschaft. Leichte bis mittelgradige, regelmäßig ausgeübte aerobe Sportarten, welche große Muskelgruppen beanspruchen, rhythmischer Natur sind und möglichst im Freien ausgeübt werden können, sind während einer Schwangerschaft vorteilhaft. Bei ihnen besteht so-

Tabelle 2: Symptome, bei denen eine Belastung sofort abgebrochen bzw. gar nicht erst ausgeübt werden sollte:

Austritt amniotischer Flüssigkeit	Ödeme
Brustschmerzen	Rückenschmerzen
vaginale Blutungen	Schwindelgefühle
Kopfschmerzen	Übelkeit
Kurzatmigkeit	Unterleibsschmerzen
Muskelschwäche	Uteruskontraktionen

Tabelle 3: Grad der Empfehlung einzelner Sportarten während einer Schwangerschaft

Empfehlenswerte Sportarten	Akzeptable Sportarten	Nicht empfehlenswerte Sportarten
Schwimmen Spaziergehen Radfahren (stationäres Fahrrad)	Aerobics Laufen Schnorcheln Sport in einer Höhe bis zu 2500 m	Abenteuersportarten anaerobe Belastungen (Sprints) Ballsportarten Kampfsportarten Kraftsportarten (Gewichtheben) Mannschaftssportarten Sportarten mit hohem Sturzrisiko Tauchen

zusagen kein Risiko, solange sich die schwangere Frau nicht zu intensiv belastet. Dabei sind kontinuierliche Belastungen intermittierenden Belastungen (Intervalltraining) vorzuziehen.

Sportarten, bei denen das eigene Körpergewicht nicht oder nur teilweise selbst getragen werden muß (Schwimmen, Radfahren) sind Sportarten, bei denen das eigene Körpergewicht getragen werden muß (Laufen, Aerobics), prinzipiell vorzuziehen, weil bei letzteren der Energieverbrauch und die Gelenkbelastung höher sind.

Grundsätzlich sollte ein Training nicht während der Schwangerschaft begonnen werden, sondern möglichst schon vor der Schwangerschaft regelmäßig ausgeübt worden sein. Unter den aeroben Sportarten stellt das Schwimmen nach dem Spaziergehen und dem Radfahren auf einem stationären Fahrrad die am meisten zu empfehlende Sportart während der Schwangerschaft dar, da sie alle großen Muskelgruppen beansprucht, die Gelenke und Bänder schon, ein günstiges thermisches Medium bereitstellt und ein geringes Verletzungsrisiko birgt.

Obwohl es nicht zu den am besten geeigneten Sportarten während der Schwangerschaft zu zählen ist, ist das Laufen prinzipiell erlaubt. Ein bedenkenswerter Aspekt beim Laufen ist sein wenn auch geringer ballistischer Charakter, von dem man nicht weiß, ob er während der Schwangerschaft problematisch ist. Laufen ist dann als unproblematisch einzustufen, wenn es schon vor der Schwangerschaft regelmäßig betrieben wurde und nicht zu intensiv und/oder zu lange durchgeführt wird. Als Richtlinien haben

sich individuelle Belastungsintensität und individuelle Belastungsdauer von vor der Schwangerschaft sowie das subjektive Einschätzungsvermögen verbunden mit entsprechenden Zugeständnissen an die Tagesform bewährt (8, 24). Gutes Schuhwerk ist beim Laufen wichtig, um ballistische Bewegungen abzufangen.

Aufgrund von *Poes* direkter vergleichender Untersuchung zwischen beiden Sportarten ist das Laufen Aerobics vorzuziehen. Während bei Aerobics fetale Tachykardien auftraten, war dies beim Laufen nicht der Fall (29). Darüberhinaus sollte die Rückenlage, wie sie bei Aerobics bisweilen einmal eingenommen wird, während der Schwangerschaft bei körperlicher Belastung vermieden werden, weil der Uterus dann auf die Vena cava inferior drückt und das Blut staut. Auf anaerobe Belastungen jeglicher Art sollte während einer Schwangerschaft aufgrund der möglichen Gefahren für den Fetus verzichtet werden.

Vor allem wegen der Gefahr eines abdominalen Traumas gilt der Verzicht auch für Mannschafts- (alle Ballsportarten), Kampf- (Judo, Taichi) und sogenannte „Abenteuersportarten“ (Bungeespringen, Drachenfliegen, Fallschirmspringen) sowie für Sportarten mit einem hohen Sturzrisiko (Turnen, Trampolinspringen, Reiten). Von Tauchen sollte wegen der hyperbaren Bedingungen und des Risikos einer fetalen Lungenembolie bei Dekompression abgesehen werden (2, 25). Schnorcheln hingegen gilt als relativ ungefährlich. Ein Saunabesuch bei 90-100°C sollte während einer Schwangerschaft nicht länger als 10 - 20 Minuten dauern, da sich dabei die Körpertemperatur nur um 1° C erhöht, so daß keine



fetale Hyperthermie auftreten kann (14). Ein Sprung ins kalte Wasser nach dem heißen Bad sollte vermieden werden. Das Saunen sollte nicht während einer Schwangerschaft begonnen werden. Von Gewichtheben jeglicher Art, bei der ein Valsalva Manöver ausgeführt werden muß, ist während der Schwangerschaft dringend abzuraten. Gegen Aufenthalte und gemäßigte körperliche Belastung in einer Höhe bis maximal 2500 m bei komplikationslosem Schwangerschaftsverlauf ist nichts einzuwenden (1). Bedenken ergeben sich bei Raucherinnen und Frauen mit uteroplazentaren Funktionsstörungen, die über weniger Sauerstoffreserven für den Fetus verfügen als andere Frauen.

Grundsätzlich sollten bei einem Trainingsprogramm während einer Schwangerschaft allgemeine Ziele angestrebt werden, die je nach Befindlichkeit variiert werden können. Ein sehr guter Gradmesser bei Belastung während der Schwangerschaft ist das eigene körperliche Wohlbefinden. Daher sollte sich eine Frau während der Schwangerschaft nur dann belasten, wenn sie sich wohlfühlt. Die Gewichtszunahme sollte regelmäßig kontrolliert werden (einmal pro Woche), um sicherzugehen, daß die Frau auch genug Gewicht zunimmt. Bei Leistungssportlerinnen sollten die Blutglukosewerte regelmäßig bestimmt werden. Der Zeitplan des Essens sollte auf die Belastung abgestimmt werden, so daß es nicht zu einer belastungsbedingten Hypoglykämie kommen kann. Vor und nach der Belastung ist auf eine ausreichende Flüssigkeitsaufnahme zu achten, um eine Dehydration zu vermeiden. Die Beziehung zwischen Herzfrequenz und der RPE (rate of perceived exertion) sollte auf Übereinstimmung regelmäßig überprüft werden. Der fetale Wachstumsverlauf sollte regelmäßig (einmal im Monat) bei trainierenden schwangeren Frauen mit Ultraschall überprüft werden, um etwaige negative Auswirkungen auf den Fetus schnell zu erkennen. Bei unauffälligem Wochenbett kann vier Wochen nach der Entbindung wieder systematisch trainiert werden, wobei auf einen allmählichen Wiederaufbau der Widerstandsfähigkeit von Bändern und Sehnen zu achten ist. Sportarten, die den Sehnen- und Bandapparat besonders stark beanspruchen, sollten erst 12 Wochen nach der Entbindung wieder voll aufgenommen werden (37).

Literatur

1. *Baumann, H., P. Bung, F. Fallenstein, A. Huch, R. Huch*: Reaktion von Mutter und Fet auf die körperliche Belastung in der Höhe. *Geburtshilfe und Frauenheilkunde* 45 (1985), 869-876
2. *Bolton, M.E.*: Scuba diving and fetal well-being: a survey of 208 women. *Undersea Biomedical Research* 7 (1980), 183-189.
3. *Bonen, A., P. Campagna, L. Gilchrist, D.C. Young, P. Beresford*: Substrate and endocrine responses during exercise at selected stages of pregnancy. *Journal of Applied Physiology* 73 (1992), 134-142.
4. *Bung, P., C. Bung, R. Artal, N. Khodiguian, F. Fallenstein, L. Spätling*: Therapeutic exercise for insulin-requiring gestational diabetics: effects on the fetus - results of a randomized prospective longitudinal study. *Journal of Perinatal Medicine* 21 (1993), 125-137.
5. *Chandler, K.D., A.W. Bell*: Effects of maternal exercise on fetal and maternal respiration and nutrient metabolism in the pregnant ewe. *Journal of Developmental Physiology* 3 (1981), 161-176.
6. *Clapp, J.F., M. Wesley, R.H. Sleamaker*: Thermoregulatory and metabolic responses to jogging prior to and during pregnancy. *Medicine and Science in Sports and Exercise* 16 (1987), 124-130.
7. *Clapp, J.F., E.L. Capeless*: The VO_{2max} of recreational athletes before and after pregnancy. *Medicine and Science in Sports and Exercise* 23 (1991), 1128-1133.
8. *Cohen, G.C., J.C. Prior, Y. Vigna, S.M. Pri-de*: Intense exercise during the first two trimesters of unapparent pregnancy. *The Physician and Sports Medicine* 17 (1989), 87-94.
9. *Collings, C.A., L.B. Curet, J.P. Mullin*: Maternal and fetal responses to a maternal aerobic exercise program. *American Journal of Obstetrics and Gynecology* 145 (1983), 702-707.
10. *de Swiet, M.*: The respiratory system. In: *Hytten, F., G. Chamberlain (Ed.)*: *Clinical Physiology in Obstetrics*. Blackwell, London 1991, 83-101.
11. *Dewey, K.G., M.A. McCrory*: Effects of dieting and physical activity on pregnancy and lactation. *American Journal of Clinical Nutrition* 59 (1994), 446-452.
12. *Hartmann, S.*: Sport und Schwangerschaft. Staatsexamensarbeit. Deutsche Sporthochschule Köln 1996, unveröffentlicht.
13. *Hohimer, A.R., J.M. Bissonette, J. Metcalfe, T.A. McKean*: Effect of exercise on uterine blood flow in the pregnant Pygmy goat. *American Journal of Physiology* 246 (1984), H207-H212.
14. *Huch, R.*: Sport in der Schwangerschaft. *Archives of Gynecology and Obstetrics, Supplement* 241 (1987), 20-29.
15. *Jones, R.L., J.J. Botti*: Thermoregulation during pregnancy in moderately exercising aerobically conditioned women. *Medicine and Science in Sports and Exercise* 17 (1985), 215.
16. *Katz, V.L., R. McMurray, W.E. Goodwin, R.C. Cefalo*: Nonweightbearing exercise during pregnancy on land and during immersion: a comparative study. *American Journal of Perinatology* 7 (1990), 281-284.
17. *Kusche, M., A. Bolte, W. Hollmann, D. Roemer*: Körperliche Leistungsfähigkeit im Verlauf der Schwangerschaft. *Geburtshilfe und Frauenheilkunde* 46 (1986), 151-156.
18. *Lotgering, F.K., R.D. Gilbert, L.D. Longo*: Exercise responses in pregnant sheep: oxygen consumption, uterine blood flow, and blood volume. *Journal of Applied Physiology* 55 (1983), 834-841.
19. *Lotgering, F.K., R.D. Gilbert, L.D. Longo*: Exercise responses in pregnant sheep: blood gases, temperatures, and fetal cardiovascular system. *Journal of Applied Physiology* 55 (1983), 842-850.
20. *Lotgering, F.K., M.B. Van Doorn, P.C. Struijk, J. Pool, H.C.S. Wallenburg*: Maximal aerobic exercise in pregnant women: heart rate, O_2 -consumption, CO_2 -production and ventilation. *Journal of Applied Physiology* 70 (1991), 1016-1022.
21. *Morris, N., S.B. Osborn, H.P. Wright, A. Hart*: Effective uterine blood-flow during exercise in normal and pre-eclamptic pregnancies. *The Lancet* II 271 (1956), 481-484.
22. *Mottola, M.F., H.M. Fitzgerald, N.C. Wilson, A.W. Turner*: Effect of water temperature on exercise-induced maternal hyperthermia on fetal development in rats. *International Journal of Sports Medicine* 14 (1993), 248-251.
23. *Mottola, M.F., J. Mezzapelli, L. Schachter, K. McKenzie*: Training effects on maternal and fetal glucose uptake following acute exercise in the rat. *Medicine and Science in Sports and Exercise* 25 (1993), 841-846.
24. *Musselman-Uzendowski, A., R.W. Latin, K.E. Berg, S. Moshier*: Physiological responses to aerobic exercise during pregnancy and post-partum. *The Journal of Sports Medicine and Physical Fitness* 30 (1990), 77-82.
25. *Newhall, J.F.*: Scuba diving during pregnancy: a brief review. *American Journal of Obstetrics and Gynecology* 140 (1981), 893-894.
26. *Perales, J.G., F.R.S. Patricio, O.M.S. Amanico, I.C. Picarro, L.O.C. Rodrigues, A.K. Russo*: Effects of exercise and food restriction in pregnant and newborn rats. Pre-pregnancy maximum oxygen consumption. *Comparative Biochemistry and Physiology Part A Comparative Physiology* 102A (1992), 585-590.
27. *Pinto, M.L., P.S. Shetty*: Influence of exercise induced maternal stress on fetal outcome in Wistar rats: inter-generational effects. *British Journal of Nutrition* 73 (1995), 645-653.
28. *Pivarnik, J.M., M.B. Mauer, N.A. Ayres, B. Kirshon, G.A. Dildy, D.B. Cotton*: Effects of chronic exercise on blood volume expansion and hematologic indices during pregnancy.



Obstetrics and Gynecology 83 (1994), 265-269.

29. *Poe, M.P.*: Maternal and fetal responses to low impact aerobic dance. Master Thesis. University of Oregon (1993).

30. *Romem, Y., D.I. Masaki, R. Artal*: Physiological and endocrine adjustments to pregnancy. In: *Artal, R., R.A. Wiswell, B.L. Drinkwater*: Exercise in pregnancy. Williams & Wilkins, Baltimore 1991. 9-31.

31. *Savard, R., J.E. Palmer, R.C. Greenwood*: Effects of exercise training on regional adipose tissue metabolism in pregnant rats. *American Journal of Physiology* 19 (1986), R837-844.

32. *South-Paul, J.E., K.R. Rajagopal, M.F. Tenholder*: The effect of participation in a regular exercise program upon aerobic capacity during pregnancy. *Obstetrics and Gynecology* 71 (1988), 175-178.

33. *Spätling, L., F. Fallenstein, A. Huch, R. Huch, G. Rooth*: The variability of cardiopulmonary adaption to pregnancy at rest and during exercise. *British Journal of Obstetrics and Gynaecology Supplement* 99 (1992), 1-40.

34. *Ueland, K., M.J. Novy, J. Metcalfe*: Cardiorespiratory responses to pregnancy and exercise in normal women and patients with heart disease. *American Journal of Obstetrics and Gynecology* 115 (1973), 4-10.

35. *Van de Graaff, K.M., S.I. Fox*: Concepts of Human Anatomy and Physiology. Wm. C. Brown Publishers, Dubuque 1992.

36. *Wallace, A.M., D.B. Boyer, A. Dan, K. Holm*: Aerobic exercise, maternal self-esteem, and physical discomforts during pregnancy. *Journal of Nurse-Midwifery* 31 (1986), 255-262.

37. *Wurster, K.G.*: Sportliche Belastung bei einer Schwangerschaft. Neue Empfehlungen des Deutschen Sportärztebundes(1996)

Anschrift für die Verfasser:

Sabine Hartmann
Institut für
Kreislaufforschung und Sportmedizin
Deutsche Sporthochschule
Carl-Diem-Weg 6
50927 Köln



BUCHBESPRECHUNG

Thiel, Walter: **Photographischer Atlas der praktischen Anatomie I. Bauch — Untere Extremitäten.** Springer-Verlag, 1996, 498,- DM. ISBN 3-540-61047-2.

Medizinstudium und die ärztliche Tätigkeit sind ohne einen anatomischen Atlas nicht denkbar. Jeder hat die klassischen Atlanten zum Lernen gehabt. Sie enthalten die gezeichnete Anatomie zur Hilfe und Unterstützung für den Präparationskurs. Für den Arzt in der Weiterbildung sind die neuen bildgebenden Verfahren das tägliche Brot, ihr Verständnis setzt eingehende anatomische Kenntnisse voraus. Dieses ist naturgemäß für den operativ tätigen Arzt in besonderem Maße absolute Notwendigkeit.

Der jetzt vorliegende photographische Atlas weckt Neugier: Ist er mehr als nur einer der klassischen, gezeichneten Atlanten? Die Durchsicht führt zu einer uneingeschränkten Zustimmung. Dieser Atlas eröffnet völlig neue optische Dimensionen für den Leser. In exzellenten, bisher nicht gekannten photographischen Bildern finden sich Darstellungen von hervorragender Qualität, wie man sie aus der Anatomie oder Pathologie kennt. Viele entsprechen intraoperativen Betrachtungen.

Ein Atlas, der für den Studenten sehr hilfreich ist, mehr aber den Ärzten im Beruf eine erstaunliche Hilfe bieten kann. Wer chirurgisch oder orthopädisch tätig ist, wer sportmedizinisch-traumatologisch arbeitet, kann hier seine Grundlagen überprüfen und verbessern. Der Internist kann mit diesem Atlas seine sonographischen Bilder besser verstehen und seine Technik optimieren. Ein hervorragender Atlas somit, der vielen Ärzten neue Perspektiven öffnet. Wie bei allen Atlanten ist der Preis hoch, bei der Fülle und hervorragenden Qualität der Bilder jedoch angemessen.

Für Kliniken und Institute sollte dieser Atlas als Standardwerk in der Bibliothek

stehen, dem einzelnen Arzt kann die Anschaffung nach Möglichkeit geraten werden. Der sportärztlich tätige wird für die Diagnostik und Behandlung gerade von Beinverletzungen optimale Nachschlagmöglichkeiten finden. Der Begleitband enthält nicht nur die Beschriftung, sondern zusätzlich die Nomina anatomica und einen umfangreichen Index. Ein neuer Atlas mit einem neuen Medium, welcher seinen Preis allemal wert ist.

H. Löllgen, Remscheid