

Vergleich der Energieumsätze des SenseWear® MF Armbandes und der mobilen Spirometrie im Volleyball zur Bildung eines Korrekturfaktors – VaSeKo-Studie

Comparing the SenseWear® MF Armband with the mobile spirometry and establishing a correction factor by measuring the energy turnover during volleyball – VaSeKo-Study.

Winkler M¹, Hoppe S² & Busse M²

¹ Institut für Bewegungs- und Trainingswissenschaft der Sportarten I, Universität Leipzig

² Institut für Sportmedizin und Prävention, Universität Leipzig (Direktor: Prof. Dr. med. habil. M. Busse)

Zusammenfassung

Winkler M, Hoppe S & Busse M. Vergleich der Energieumsätze des SenseWear® MF Armbandes und der mobilen Spirometrie im Volleyball zur Bildung eines Korrekturfaktors – VaSeKo-Studie. Klinische Sportmedizin/Clinical Sports Medicine – Germany (KCS) 2015, 15 (1), 13-17

Einleitung: Grundlegendes Ziel ist es, den Energieumsatz im Volleyball künftig mit dem SenseWear® MF Armband (SW) zu erfassen. Da bislang kaum Erkenntnisse über die Nutzung im Leistungssport vorliegen, wurde der mit SW gemessene Energieumsatz bei volleyball-spezifischen Bewegungen mit dem von der als Goldstandard geltenden Spirometrie verglichen.

Methodik: Zunächst wurde ein zehnminütiger volleyball-spezifischer Parcours in drei Intensitäten erstellt, welchen 25 Volleyballerinnen bzw. Volleyballer mit jeweils einer

Messwiederholung pro Intensität absolvierten. Dabei wurde der Energieumsatz mit SW und der mobilen Spirometrie erfasst und anschließend analysiert.

Ergebnisse: Die mit SW gemessenen Energieumsätze lagen im Schnitt $21,33 \pm 8,67$ % unter denen der mit der Spirometrie ermittelten Werte. Für die Sportart Volleyball wurde ein Korrekturfaktor von 1,2903 erstellt. Zudem nimmt die prozentuale Abweichung mit steigender Intensität zu. Weiterhin besteht zwischen Abweichung und Alter, Geschlecht, Körpergröße und Gewicht jeweils kein aussagekräftiger Zusammenhang.

Fazit: Die SenseWear-Messung unterschätzt den Energieumsatz im Volleyballspiel um 20%. Weitere Untersuchungen sind erforderlich um eine Alters-, Geschlechts-, und Gewichtsabhängigkeit zu überprüfen.

Schlüsselwörter: SenseWear, Energieumsatz, Volleyball, Spirometrie

Abstract

Winkler M, Hoppe S & Busse M. Comparing the SenseWear® MF Armband with the mobile spirometry and establishing a correction factor by measuring the energy turnover during volleyball – VaSeKo-Study. Klinische Sportmedizin/Clinical Sports Medicine – Germany (KCS) 2015, 15 (1), 13-17

Introduction: The major objective is to establish the SenseWear® MF Armband (SW) as the future method for the determination of the energy turnover during volleyball. However, scientific evidence about the use of SW in competitive sports is hardly available so far, which is why the SW needs to be compared with the spirometry, which is regarded as the gold standard, by measuring the energy turnover during volleyball-specific movements with both methods.

Method: At first, a ten-minute volleyball-specific course consisting of three intensities was created. 25 volleyball

players (female and male) had to complete the course with one repeated measurement per intensity. The energy turnover was recorded with SW and the mobile spirometry and subsequently analyzed.

Results: On average, the energy turnovers measured with SW were 21.33 ± 8.67 % below the values determined with spirometry. A correction factor of 1.2903 was established for volleyball. Furthermore, the percentage deviation increases with increasing intensity. A significant correlation between deviation and age, gender, body height and weight does not exist.

Conclusion: The measurement with SenseWear underestimates the energy turnover in volleyball by 20 %. More tests are necessary to examine a dependence on age, gender and body weight

Keywords: SenseWear, energy turnover, volleyball, spirometry

Einleitung

Im Volleyball ist es von entscheidender Bedeutung, den letzten Punkt zu erzielen. Denn nur dann – so schreibt es das Regelwerk vor – verlässt man das Spielfeld als Sieger. Bei gut 100 Minuten Spieldauer einer Partie im Bundesliga-Spitzenbereich gilt es daher, auch in der Schlussphase der Begegnung konditionell mindestens ebenbürtig mit seinem Gegner zu sein. Dafür sind exakte Kenntnisse sowohl über die Belastungsstruktur als auch über den Verlauf des Energieumsatzes der einzelnen Akteure notwendig. Dieser kann unter anderem mit der leicht zu handhabenden SenseWear (SW)-Technologie

in Form eines Armbandes erfasst werden. Da dieses Messsystem jedoch vorwiegend für den Alltag konzipiert wurde (vgl. SMT, 2014), liegen bislang kaum gesicherte Erkenntnisse in Bezug auf den Leistungssport vor. Daher wird der Energieumsatz zunächst anhand eines volleyball-spezifischen Parcours sowohl mit SW als auch mit der als Goldstandard geltenden, aufgrund seiner Beschaffenheit jedoch im Wettkampf nicht einsetzbaren mobilen Spirometrie (Spiro) erfasst. Daraus wird ein Korrekturfaktor gebildet, mit welchem man Ergebnisse des SW-Armbandes exakter analysieren kann.

Methodik

Untersuchungsablauf

Zunächst wurde ein Parcours erstellt (s. Abb. 1), welcher die im Hallenvolleyball relevanten Spielhandlungen berücksichtigt. Dazu wurden drei verschiedene Intensitäten vorgegeben (niedrig, mittel, hoch), um etwaige Mess-Unterschiede bei Belastungssteigerung aufdecken zu können. Ein Durchgang weist eine Dauer von zwölf Minuten auf. Um ungenaue Messwerte - z.B. aufgrund eines späteren Starts oder einer um wenige

Sekunden zu früh beendeten Bewegung – auszuschließen, wurden in der Auswertung lediglich die zehn Ergebnisse der Minuten `zwei` bis `elf` berücksichtigt. Die drei Varianten wurden in der Folge mit Hinweisen zur Bewegungsausführung auf eine CD eingesprochen, welche jeden einzelnen Durchgang akustisch begleitete. Damit sollte den Probanden die volle Konzentration auf die auszuführenden Handlungen ermöglicht werden.

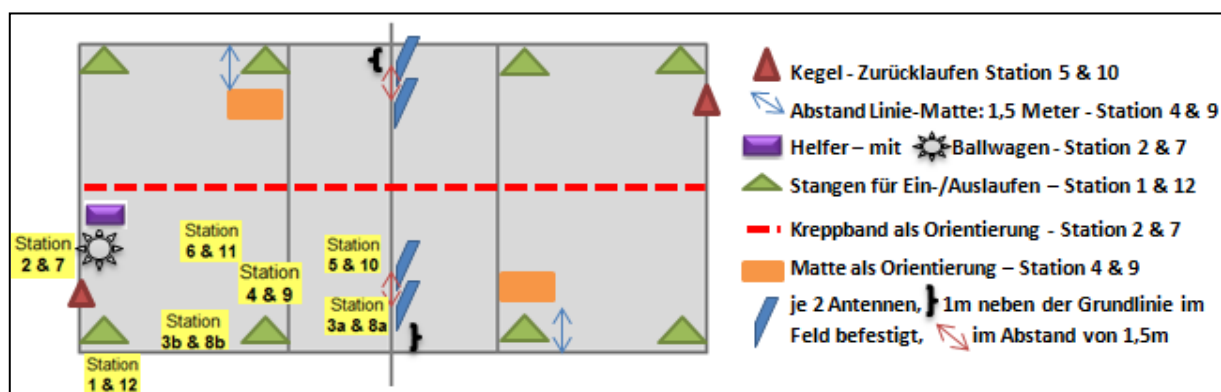


Abb. 1: Stationen des Volleyball-Parcours (aufgebaut für zwei Probanden, jeweiliger Stationsbeginn (dargestellt für 1 Testperson))

Nachdem die Testpersonen jede der Intensitäten mit jeweils einer Messwiederholung absolviert hatten, wurden die Daten beider Messgeräte am PC ausgewertet. Da SW die Daten - im Gegensatz zur im Sekunden-Takt ermittelnden Spirometrie - minutlich auflistet, wurde der Energieumsatz der Spirometrie ebenso pro Minute erfasst. Dazu wurden die Ergebnisse der einzelnen Minuten zunächst auf sechs Sekunden gemittelt, sodass zehn Messwerte pro Minute als Grundlage dienen. Aufgrund von kurzzeitigen Messungenauigkeiten bzw. -ausfällen standen bei vereinzelt Messungen auch weniger als zehn Werte zur Verfügung. Für eine objektive Sichtweise wurden bei der Auswertung der Spirometrie-Daten daher nur Minuten beachtet, welche nach der Mittelung auf sechs Sekunden mindestens sieben Messwerte aufweisen. Mit dieser Methode wurde der Energieumsatz des gesamten, zehnminütigen Durchganges erfasst. Eine nach dieser

Methode ungültige Minute blieb demnach auch bei der Spirometrie zugunsten der Minute `zwölf` unberücksichtigt, sodass dennoch zehn vollständige Minuten pro Durchgang für die Auswertung zur Verfügung standen. Die Abweichung des SW-Armbandes von der Spirometrie pro Person wurde ermittelt, indem der Mittelwert aus beiden Durchgängen je Intensität erstellt wurde. Von allen Testpersonen wurde auf dieser Grundlage aufbauend ein Korrekturfaktor für jede Intensität und insgesamt für die Sportart Volleyball erstellt.

Parcours

Der Parcours (s. Abb. 1) wurde in drei Intensitäten durchlaufen und beinhaltete alle wesentlichen Spielhandlungen der Sportart Volleyball. Er dauert zwölf Minuten, wovon die erste und die letzte Minute bei der Auswertung unberücksichtigt blieben. Die Minuten wurden hierbei in Stationen zugeordnet (s. Tab. 1).

Tab. 1: Übersicht & Beschreibung des Hallenvolleyball-Parcours (vgl. Abb. 1)

Station/Minute	Name	Beschreibung	Niedrige Intensität	Mittlere Intensität	Hohe Intensität
1 & 12	60s Ein- bzw. Auslaufen	Runden von 6 x 9 Meter (um Stangen (vgl. Abb. 1))	3 Runden	4 Runden	5 Runden
2 & 7	60s Aufschläge von oben	Aufschläge; Ziel: gerade über Netz (Krepplband als Linie)	8x	11x	14x
3 & 8	a.) Spezifische Bewegungen	30s Seitnachtschritte (6m Abstand, tiefe Haltung)	7 Berührungen / 30 Sekunden	9 Berührungen / 30 Sekunden	11 Berührungen / 30 Sekunden
	b.) Angriffs- & Blocksimulation	30s Imitation Angriffsschlag & anschließender Blocksprung	3x Angriffs- und Blocksprung	3x Angriffs- und Blocksprung	4x Angriffs- und Blocksprung
4 & 9	60s Oberes Zuspield	nach Fremdanwurf über Netz auf Ziel (Matte); Entfernung mind. 6m (s. Abb. 1)	11x	13x	17x
5 & 10	60s Block & Feldabwehr	4 Blocksprünge (1,5m Abstand); Lauf zur Grundlinie & zum Netz in Abwehrhaltung	3 Durchgänge (DG 3 bis inkl. 4 Blocksprünge)	3 Durchgänge (DG 3: bis inklusive Zurücklaufen)	4 Durchgänge (DG 4 bis inkl. 4 Blocksprünge)
6 & 11	60s Unteres Zuspield	Nach Fremdanwurf aus Feld-Mitte zurück zum „Anwerfer“	9x	11x	13x

Messgeräte

Zur Bestimmung des Energieumsatzes im Spiel wurde SenseWear® MF Armband von Bodymedia (USA) genutzt. Die indirekte Kalometrie K4b2 der Firma Cosmed (Italien) wurde als Referenzmessung genutzt. Das SenseWear-Gerät enthält neben der Accelerometrie Sensoren für Hauttemperatur und Wärmefluss. Zudem sichern die im Vorfeld am PC eingegebenen anthropometrischen Daten wie Alter, Geschlecht, Gewicht und Größe eine individuelle Berechnung. Die Mobile Spirometrie gilt bei der Erfassung des Energieumsatzes als Goldstandard, kann aufgrund ihrer Beschaffenheit jedoch nicht im Wettkampf eingesetzt werden.

Probandenkollektiv

Die Untersuchung wurde 2014 mit 25 Probanden

Ergebnisse

Gesamt-Übersicht

Zur Berechnung der Abweichungen (AW) von SenseWear (SW) im Vergleich zur Spirometrie (Spiro) wurden die absoluten Energieumsätze (EE) sowohl von SW als auch der Spiro aus beiden Läufen jeder Intensität gemittelt. Anhand dieser Werte konnte ein Korrekturfaktor (KF) pro Person und Intensität sowie von allen Probanden gesamt gebildet werden. Die Formeln zur Berechnung des KF wurden in Abb. 2 dargestellt. Auf den ersten Blick liegt die gesamte mittlere Abweichung von SW zur Spirometrie bei allen Intensitäten relativ konstant bei etwa -20 %, insgesamt liegt sie bei -21,33 % (vgl. Tab. 3). Bei den Frauen (-19,82 %) fällt der Unterschied leicht geringer aus als bei den Männern (-23,59 %). Dementsprechend weist der KF männlich mit 1,3260 einen höheren Wert als der KF weiblich mit

durchgeführt, welche Erfahrung in der Ausübung der Sportart Volleyball besitzen, um einzelne Techniken auch sportartengerecht ausführen zu können und damit die Aussagekraft der Ergebnisse zu erhöhen.

Insgesamt wurden 25 Teilnehmer zwischen 19 und 33 Jahren für die Studie berücksichtigt, davon zehn männliche und 15 weibliche (vgl. Tab. 2).

Tab. 2: Probandenkollektiv

Ø Alter [Jahre]	männlich [n]	Weiblich [n]	Ø Körpergröße [cm]
26,1 ±3,7	10	15	178,3 ±9,9
Ø Gewicht [kg]	Sport/Woche [h]	Volleyball/Woche [h]	Liga-Betrieb [n]
72,36 ±12,0	6,9 ±2,5	4,7 ±2,1	22

1,2655 auf. Im Mittel beträgt der KF aller Probanden 1,2903. Weiterhin ist zu beobachten, dass die Abweichung und damit auch der KF umso mehr ansteigt, je höher die Belastung ist. Dies gilt sowohl für Männer als auch Frauen.

1. KF / Person & Intensität	=	$\frac{EE \text{ Spiro (Mittelwert aus beiden Läufen)}}{EE \text{ SW (Mittelwert aus beiden Läufen)}}$
2. KF / Person & Intensität	=	Mittelwert (KF niedrig, KF mittel, KF hoch) Mittelwert aller 25 KF in jeweiliger Intensität
3. KF Gesamt	=	Mittelwert aller 25 KF / Person = Mittelwert aller 3 KF / Intensität

Abb. 2: Vorgehen bei Berechnung des Korrekturfaktors

Tab. 3: Prozentuale Abweichung (AW) des SW-Armbandes von der Spirometrie und daraus resultierender Korrekturfaktor (KF) gemittelt aus beiden Zehn-Minuten-Läufen je Intensität und gesamt

n = 25	Niedrige Intensität		Mittlere Intensität		Hohe Intensität		Gesamt	
	AW [%]	KF	AW [%]	KF	AW [%]	KF	AW [%]	KF
Gesamt	-20,05 ±11,31	1,27	-20,20 ±10,90	1,28	-23,74 ±6,55	1,32	-21,33 ±8,67	1,2903
Männer (n = 10)	-21,18 ±10,82	1,29	-23,07 ±10,55	1,32	-26,53 ±4,86	1,37	-23,59 ±8,30	1,3260
Frauen (n = 15)	-19,30 ±11,93	1,26	-18,29 ±11,07	1,24	-21,88 ±7,01	1,29	-19,82 ±8,87	1,2655

Während die durchschnittlichen prozentualen Abweichungen der SW von der Spiro aller Testpersonen in der niedrigen und mittleren Intensität nah beieinander (-20,05 %/-20,20 %) liegen und damit ähnliche KF (1,27/1,28) aufweisen, ist bei Belastung mit hoher Intensität eine durchschnittlich größere Abweichung (-23,74 %) festzustellen. Beim Blick auf die Standardabweichungen wird deutlich, dass die Werte aller Probanden teils großen Schwankungen unterliegen. Dieser Sachverhalt wurde anhand eines Box-Plots in Abbildung 3 dargestellt. Darin bestätigen sich die verschiedenen Abweichungen, welche von -4,68 % bis -34,60 % reichen.

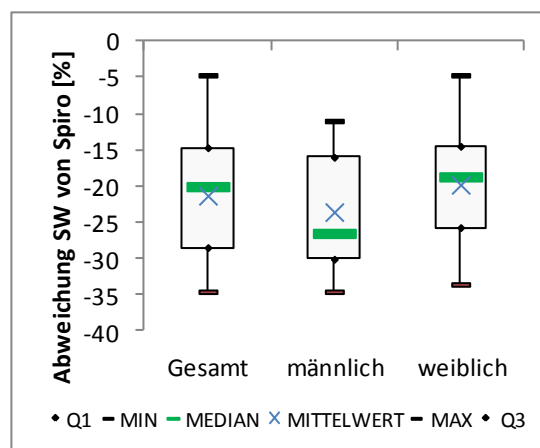


Abb. 3 Box-Plot der SW-Abweichung von der Spiro [%]. Gesamt (n = 25), männlich (n = 10), weiblich (n = 15)

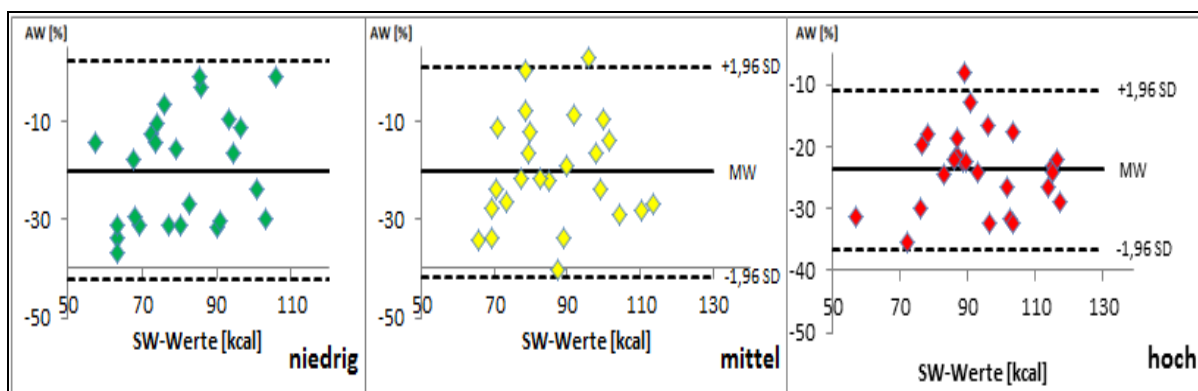


Abb. 4: Bland-Altman-Plot. Mit SenseWear absolut gemessener Energieumsatz [kcal] in den zehnmütigen Testläufen und die jeweilige Abweichung von der Spirometrie [%] je Intensität (gemittelt aus beiden Läufen je Intensität), n = je 25

Intensitäts-Unterschiede

Um einen Überblick über die Verteilung der prozentualen Abweichung je Intensität zu gewinnen, wurden diese anhand eines Bland-Altman-Plots dargelegt (vgl. Abb. 4).

kcal	135			
	115			
	95			
	75			
	55			
	35			
		niedrig	mittel	hoch
■ SenseWear		80,54	86,01	92,94
■ Spiro		101,99	109,98	122,55

Abb. 5: Absoluter Kalorienverbrauch [kcal] mit SW und Spiro aller Probanden (gemittelt aus beiden Zehn-Minuten-Testläufen pro Intensität (n = 25/je Intensität)

Wie bereits erläutert, erhöht sich die Abweichung der SW von der Spirometrie mit steigender Belastung (Tab. 3). Bezogen auf die jeweiligen mit der Spirometrie ermittelten Werte lagen die Differenzen zum SenseWear bei niedriger, mittlerer und hoher Belastung bei 20,4%, 21,8% und 24%.

Um die SW-Daten noch besser mit den Spirometrie-Daten vergleichen zu können, wurden die Mittelwerte der absoluten Energieumsätze [kcal] aus beiden Läufen jeder Intensität von beiden Mess-Instrumenten grafisch dargestellt (Abb. 6) sowie die Korrelation mit Microsoft Excel berechnet. Diese deutet mit Werten von 0,695 (niedrig), 0,751 (mittel) und 0,901 (hoch) auf einen starken linearen Zusammenhang beider Mess-Systeme hin. Diese These bestätigt sich beim Blick auf die 'Trendlinien' der einzelnen Intensitäten, welche den positiven Zusammenhang zwischen SenseWear und Spirometrie verdeutlichen. Mit den bisher gewonnen Erkenntnissen lässt sich pro Intensität ein Korrekturfaktor bilden. Ziel ist es jedoch, einen Faktor für die Sportart Volleyball zu aufzustellen, der die Messwerte aller Intensitäten berücksichtigt. Dazu wurde ein Bland-Altman-Plot mit 75 Messwerten (25 je Intensität) erstellt, welcher den absolut gemessenen Energieumsatz mit SW (Mittelwert beider Läufe je Intensität) und die

dazugehörige Abweichung der SW von der Spiro beinhaltet (s. Abb. 7).

Zudem wurde die prozentuale Abweichung in Bezug auf weitere Parameter grafisch dargelegt (Abb. 8). Augenscheinlich lässt sich hierbei kein aussagekräftiger Zusammenhang zwischen der Abweichung und dem Alter, der Körpergröße, dem Gewicht und der Volleyball-Aktivität pro Woche herstellen. Auf Korrelation untersucht weist das Gewicht in Bezug auf die Abweichung mit 0,034 den niedrigsten Koeffizienten auf. Auch aus den übrigen Werten von 0,085 (Alter), 0,129 (Körpergröße) und 0,144 (VB/Woche) lässt sich bestenfalls ein sehr geringer Zusammenhang ableiten.

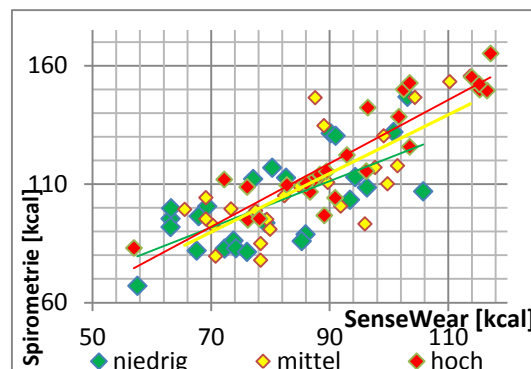


Abb. 6: Absolute Energieumsätze von SW und der dazugehörigen Spiro-Werte je Person und Intensität (Mittelwert beider 10-Minuten-Läufe/Intensität) n = 25 je Intensität

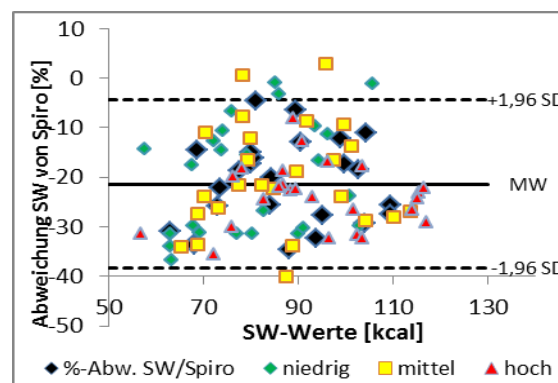


Abb. 7: Bland-Altman-Plot. Absoluter EE mit SW in 10-Minuten-Testläufen & jeweilige Abweichung von der Spiro [%] je Intensität (gemittelt aus beiden Läufen) und gesamt (SW-Mittelwert aller 3 Intensitäten). n = 25 je Int.

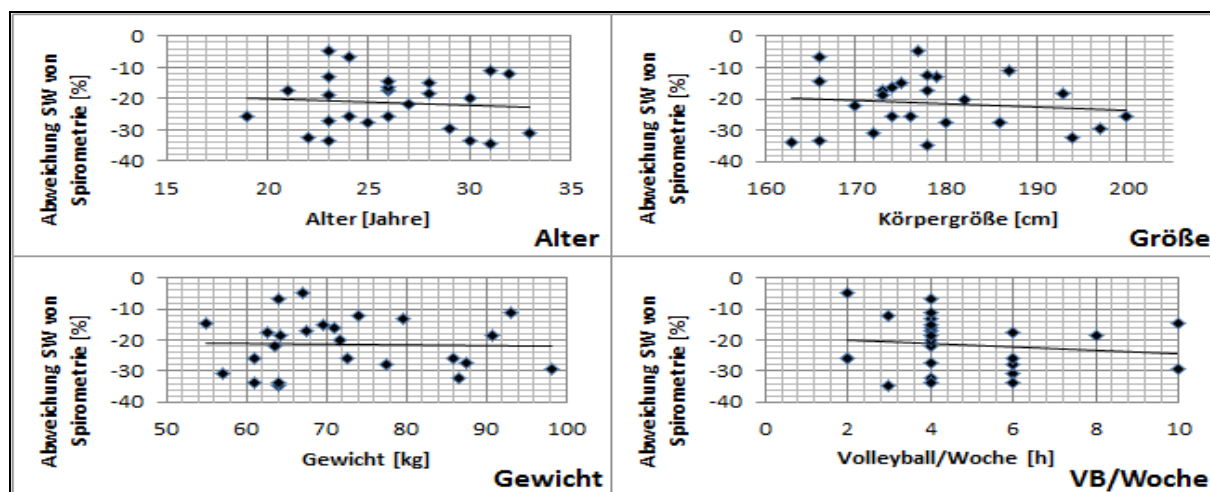


Abb. 8: Abweichung SW /Spiro [%] je nach Alter [y], Größe [cm], Gewicht [kg] und aktiver Volleyballaktivität (VB) /Woche [h]

Diskussion

Insgesamt betrachtet misst SenseWear den Energieumsatz konstant niedriger als die Spirometrie. Dabei geht eine Erhöhung der Intensität mit einer Erhöhung der Abweichung einher. Das SW wurde laut Hersteller vor allem für den Alltag konzipiert und liefert umso genauere Daten, je länger das SW-Armband getragen wird. Gleichwohl zeigen die Korrelationen mit der Referenzmethode das auch intensivere Belastungen über kürzere Zeit den Energieumsatz zufriedenstellend widerspiegeln. Grundsätzlich liegt der aus allen Läufen und Intensitäten gebildete Korrekturfaktor bei 1,2903 (vgl. Abb. 9).

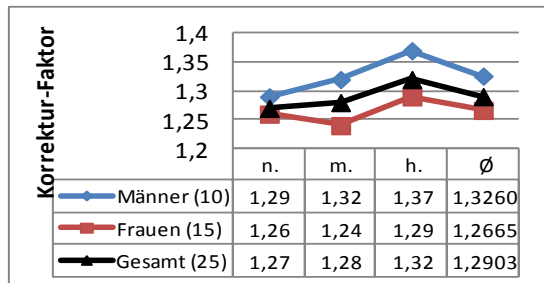


Abb. 9: Darstellung des Korrekturfaktors in den Intensitäten (n: niedrig; m: mittel; h: hoch) je Geschlecht

Damit entspricht er in etwa dem von Hoppe et al. (2013) in einer ersten Untersuchung gebildeten KF von 1,2772, der die Abweichung in einem zehnminütigen Parcours unter wettkampfählichen Trainingssituationen erfasste. Während dabei für die Sportart Volleyball Daten von sieben weiblichen Sportlerinnen erfasst worden sind, beinhaltet die aktuelle Studie 25 Probanden inklusive 15 Frauen. Der hierbei entstandene KF weiblich (1,2655) liegt ebenfalls nah am Wert der Untersuchung von Hoppe et al. (2013). Die Korrelation von SW und Spiro je Intensität deckte einen linearen Zusammenhang beider Mess-Systeme auf. Die Anwendung des KF in der Praxis sollte mit Vorsicht erfolgen, da die individuelle Streuung sehr hoch ist. Anhand einer weiteren Studie sollte deshalb mit Messungen von weiteren Probanden die Aussagekraft der Abweichung und des KF erhöht werden. Weiterhin ist die Überlegung anzustellen, aufgrund der unterschiedlichen Werte je Geschlecht einen KF männlich und einen KF weiblich zu bilden.

Literatur

- Czimek, J. (2014). Aktuelle Tendenzen des Volleyballspiels im obersten nationalen und internationalen Leistungsbereich der Damen und Herren sowie Folgerungen für die Trainingssteuerung. In: Langolf, K. & Roth, R. (Hrsg.): Volleyball international in Forschung und Lehre 2010 bis 2012. Sportwissenschaft & Sportpraxis, Band 166: Czwalina. S. 66 – 83 d
- Papageorgiou, A.; Spitzey, W. (2011). Handbuch für Volleyball: Grundlagen. Meyer & Meyer Verlag: Aachen
- SMT medical technology GmbH & Co. KG (2014). Produkte. SenseWear. Zugriff am 01. Juli 2015 unter <http://www.smt-medical.com/produkte/sensewearaktivitaets-und-lebensstilmonitoring.html>
- Hoppe S, Falz R, Rüscher MI, Haber A, Brunn S, Bischoff C, Schlegel N, Rauchmaul H, Busse M. (2013). Neue Methode zur Energieumsatzmessung in Ballsportspielen – Validierung des Multisensorsystems Sense-Wear MF Armband und Empfehlung für Korrekturfaktoren: VaSeKo-Studie. Klinische Sportmedizin. Leipzig: Universität Leipzig, Institut für Sportmedizin & Prävention

Korrespondenzadresse

Dipl.-Sportl. Maik Winkler
 Institut für Bewegungs- und Trainingswissenschaft der Sportarten I
 Sportwissenschaftliche Fakultät, Universität Leipzig
 Marschner Straße 29a, 04109 Leipzig
 E-Mail : maik.winkler@uni-leipzig.de