

ומזרז תרגום חלבון שבסופו של דבר יתבטא בעלייה בתכולת החלבון בתא. אימון אירובי מאופיין בעלייה בחלבונים ובפקטורי שעתוק המעורבים בשרשרת הובלת אלקטרונים ושימוש בשומן (5). אימוני התנגדות מאקטב ומזרחן חלבון mTORC1 מעודדים עלייה ביעילותם ובתפוקתם של ריבוזומים, ביוגנזה של ריבוזומים, תרגום ליצירת חלבון ו MPS. נמצא כי אימון כוח מאקטב mTORC1 למשך כ-18 שעות, אך ייצור הריבוזומים ועמו סינתזת החלבון נמשכים 36 שעות (6). אימון כוח אקוטי מעודד MPS אך צריכת חלבון לאחר האימון מאפשרת עלייה ב NPB ועלייה בתכולת החלבון בתא שריר (7). סינתזת החלבון עולה במשך שעות מסיום אימון כוח ורגישותם של סיבי השריר לתהליכים אנבוליים נשאת גבוהה במשך 48 - 24 שעות (8).

עלייה ב MPS, בשלבים הראשונים של אימון כוח, אינה מעידה בהכרח על תוספת חלבון בשריר והיפרטרופיה, זאת מאחר שבשלבים הראשונים מתרחשים תהליכי תיקון בחלבונים מבניים שעוברים תהליכי MPS ו MPB מואצים, והצטברות חלבון, שגורמת לעלייה במסת שריר, מתרחשת כעבור כמה שבועות כאשר הנזק השרירי מופחת (9).

אחד ההסברים לממצאים אלו נעוץ בעובדה שבשבועות הראשונים מתרחשת עלייה בצפיפות המיופיברילים – עובדה שאינה מאפשרת לזהות עלייה בחתך הרוחב הפיזיולוגי של סיב שריר, בעוד בדיקה, המבוססת על עלייה בנפח שריר וחתך רוחב של כלל השריר כפי שמבוצע באמצעות MRI, עשויה להראות עלייה במסת שריר בשל הצטברות נוזלים (10).

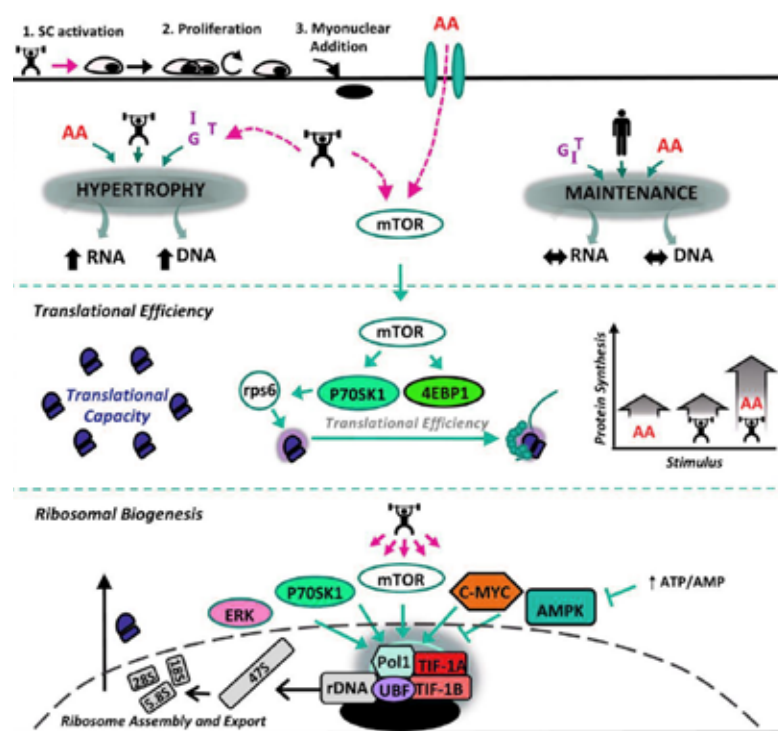
שפעול סינתזת חלבון ובניית שריר

נמצא כי אימוני התנגדות, המשולבים בתזונה נכונה, בדגש על כמות מספקת של חומצות אמינו, מעלים סיגנלים בתא ונחשבים אסטרטגיה יעילה ליצירת היפרטרופיה.

עומס מכני המופעל בצורה סיסטמית על רקמת השריר, וצריכת חלבון אחריו, מאפשרים עלייה בסינתזת החלבון התלויה בין היתר בעצימות האימון, בנפחו ובתדירות הגירוי של רקמת השריר. התגובה האנבולית בולטת בהטרוגניות: בעוד חלק מהמתאמנים מראים שינויים זניחים במסת השריר, חלק אחר עשוי להוסיף כ-10% למסת הגוף הרזה (11,12). בהעדר חומצות אמינו עולה MPB על MPS כדי לאפשר שימוש בחומצות אמינו למטרות אנרגיה. לפיכך, אחד ממרכיבי הארוחה, בעלי השפעה על MPS בסיום אימון התנגדות, הוא כמות וסוג החלבון.

איור 1: מתאר את הסיגנלים המאפשרים עלייה בשיפור תרגום mRNA ועלייה בתפוקת התרגום. העלייה ב MPS נקבעת על ידי עלייה בקצב תרגום של mRNA על ידי ריבוזומים (Translational Efficiency), ועלייה במספר הריבוזומים הזמינים לתהליכי תרגום וסינתזת חלבון. הגורם המרכזי המאפשר זאת הוא חלבון עם מסוג ותכולת חומצות אמינו המאפשרות העברת סיגנלים בתא ושפעול קינזות mTOR.

אימוני התנגדות עם חומצות אמינו מאפשרים עלייה ביכולת לסנתז חלבון; אימוני כוח מאפשרים סינתזת תאי ליון SC (Satellite Cell) המעודדים ייצור גרעינים בתא השריר המעלים את תפוקת התא לסנתז חלבון (13).



לקוח מתוך: (2019) Matthew SB (13)



אסטרטגיות תזונה ואימון לשיפור סינתזת חלבון

יאיר להב, פיזיולוג, דיאטן קליני, חינוך גופני | בית הספר למדעי התזונה פקולטה רחובות, האוניברסיטה העברית: מרכז להב לתזונה ופעילות גופנית

מתאימים, עשויה להיות השפעה על MPS, ומכאן לעלייה במסת השריר (היפרטרופיה) (3). במאמר זה אציג את עיקרי הממצאים שבחנו את נושאי צריכת חלבון בשילוב אימוני התנגדות, והשפעתם על מסת שריר.

אימוני כוח כאמצעי נגד מחלות כרוניות במבוגרים

גיל הוא גורם סיכון להתפתחות מחלות כרוניות ובכללן מחלות לב וכלי דם, סוכרת, סרטן וירידה ביכולת התנועה. ההמלצות הבריאותיות להפחתת הסיכון ללקות במחלות כרוניות מדגישות ביצוע של 150 דקות פעילות אירובית מתונה בשבוע או 75 דקות של פעילות בעצימות גבוהה. ממצאי מחקרים עולה כי לאימוני כוח השפעה מיטיבה כפעילות אירובית, ולעיתים נמצא כי לאימוני התנגדות יתרון על פניהם (4).

השפעת אימון על MPS והיפרטרופיה

הבסיס הביולוגי להשפעת אימון גופני על שינויים פנוטיפיים ברקמת השריר מבוסס על עלייה בביטוי של mRNA המעלה

בשנים האחרונות מתמקדים מרבית המחקרים בהארכת תוחלת חיים בריאה, תוך שמירה על תפקוד מלא ובריאה. שמירה על מסת השריר משמשת חלק מהאסטרטגיה התורמת לתוחלת חיים בריאה, וזאת מעצם השפעתה על תנועה, על בריאות מטבולית ורגישות לאינסולין, על קיצור זמן אשפוז בבית חולים, וכן מעניקה השפעה מיטיבה על תפקוד יומי ותוחלת חיים בגיל השלישי.

בחלוף השנים מתרחשת ירידה טבעית במסת השריר ובכוח – תופעה המכונה סרקופניה. איבוד רקמת השריר וירידה בכוח מגדילים את הסיכוי לנפילה, לשברים, לאיבוד יכולת התנועה והעצמאות, ולגידול בשיעורי התמותה. מעבר לתרומה הבריאותית, לשמירה על מסת השריר, ואף להעלאתה, חשיבות בקרב אוכלוסיית הספורטאים (1,2).

בשנים האחרונות מצביעים מחקרים רבים על כך שמסת שריר תלויה בסינתזת חלבון (MPS) ובפירוק חלבון בשריר (MPB). הפער בין השניים יקבע את השינוי נטו במסת החלבון (NPB). עלייה בכמות החלבון בשריר תעיד על NPB חיובי, בעוד ירידה בכמות החלבון, כפי שמתרחש בסרקופניה, תעיד על NPB שלילי.

לאימון גופני, ובעיקר לאימוני התנגדות (Resistance Exercise Training) המשולבים בצריכת חלבון בכמות ובסוג

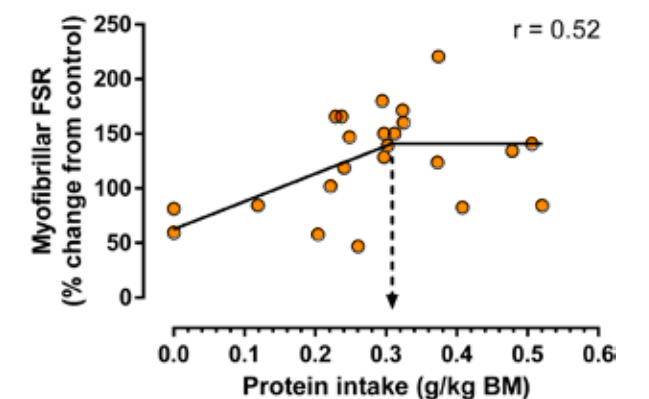
צריכת חלבון בסיום אימון והשפעתה על MPS - עניין של כמות

כאמור, בסיום אימון התנגדות עולה שחלוקף החלבון למשך 24-48 שעות, שחלוקף החלבון המחושב אלגברית בין MPS ל MPB יקבע בסופו של דבר אם יתרחשו עלייה או ירידה במסת השריר.

בהעדר חומצות אמינו אקסוגניות יהיה ה NPB שלילי, ולפיכך יספק האפקט הסינרגיסטי, בין אימון התנגדות לצריכת חומצות אמינו, סביבה אנבולית שתתמוך בהיפרטרופיה^(7,14). המחקרים הראשונים שבדקו עלייה ב MPS השתמשו בחומצות אמינו והם מעלים כי מתן 6-12 גרם חומצות אמינו הכרחיות מאפשר עלייה מקסימלית ב NPB⁽¹⁵⁾. המחקר הראשון⁽¹⁶⁾, שבדק יחס מינון תגובה של צריכת מזון מלא והשפעתו על סינתזת חלבון בסיום אימון כוח, כלל גברים במשקל ממוצע של כ-86 ק"ג. הנחקרים התבקשו לבצע תרגילי התנגדות לשרירי הרגליים ובסיום צרכו חלבון ביצים. נמצא כי מתן 5 ו-10 גרם לעלייה ב MPS, אך 20 גרם גרמו לעלייה מקסימלית שהגיעה לשיא שלא השתנה עם מתן 40 גרם חלבון. במחקר אחר⁽¹⁷⁾ צרכו 48 גברים 0.53 גרם/ק"ג חלבון כחלק מארוחת בוקר. כעבור שלוש שעות ביצעו אימון התנגדות לקבוצת שרירי רגליים, ובסיום כ-4 שעות מארוחת בוקר צרכו המתאמנים 0, 10, 20, 40 גרם חלבון מי גבינה. ממצאי המחקר הצביעו על עלייה מקסימלית ב MPS בקרב אלה שצרכו 20 גרם חלבון, עדות לכך שארוחה או צום לפני לא השפיעו על MPS.

לאור הממצאים ניתן להצביע על כ-20 גרם חלבון ככמות שבה ניצול החלבון מקסימלי, ומעליה מתרחש חמצון ליאוצין – מדד שנטען לגביו כי הוא עומד בקו לינארי עם ירידה בניצול חלבון למטרות MPS, לכן אפשר לתרגם את הממצאים לערך יחסי המשקל את משקל הגוף ולהמליץ על צריכת חלבון של 0.24 גרם חלבון/ק"ג משקל גוף בסיום אימון התנגדות (למתאמנים במשקל "ממוצע" של כ-85 ק"ג).

החישוב מוביל להמלצה כללית - one-size-fits-all, אם כי מתברר כי בקרב חלק מהנחקרים התרחשה עלייה ב MPS עם צריכת חלבון גבוהה יותר. אנליזה של מחקרים העלתה שונות בין-אישית והעלתה כי הממוצע לצריכת חלבון ראוי שיעמוד על כ-0.31 גרם/ק"ג משקל, כמתואר בגרף^(18,19) להלן:



לקוח מתוך: Moore DR (2019)⁽¹⁹⁾

האם לכמות השרירים הפעילה השפעה על צריכת החלבון?

המחקרים שבדקו את צריכת החלבון בסיום אימון כוח השתמשו בפרוטוקול אימון שאינו נפוץ בקרב מתאמנים⁽¹⁶⁾. לרוב מבצעים המתאמנים אימון התנגדות לכל קבוצות שרירי הגוף.

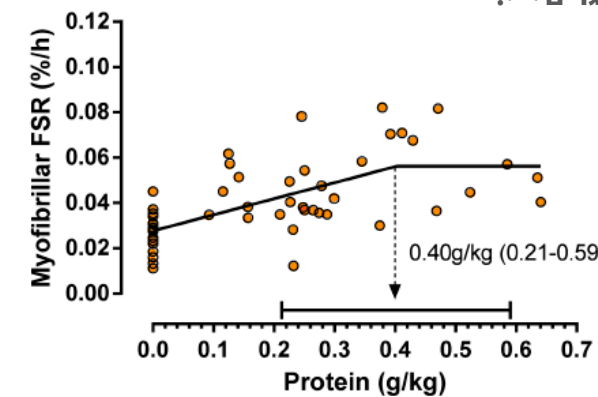
מחקר עם תובנות מעשיות⁽²⁰⁾ נערך על בחורים צעירים בעלי מסת גוף רזה שונה 59 מול 79 ק"ג LBM. בסיום האימון צרכו המתאמנים 20, 40 גרם חלבון מי גבינה. נמצא שהשפעת החלבון על סינתזת חלבון הייתה זהה ללא קשר למסת הגוף הרזה. זאת ועוד, קבוצת ה-40 גרם חלבון הראתה עלייה גבוהה יותר ב MPS – ממצא שהיה ניתן להסבירו בעובדה שכלל שרירי הגוף קיבלו גירוי בפרוטוקול האימון, אך הוא אינו נתמך בסקירה שנערכה בנושא ומצאה שלמסת השרירים הפעילה השפעה קטנה על צריכת החלבון בסיום אימון⁽¹⁹⁾.

השפעת גיל על הצורך בחלבון בסיום אימון כוח

צעירים ומבוגרים מגיבים לאימוני כוח ותגובתם מואצת לאחר צריכת חלבון. אך בעוד בקרב צעירים הרגישות להעברת סיגנלים בתא גבוהה, נמצא כי בקרב מבוגרים התגובה לאימון ולצריכת חלבון מופחתת והרגישות לחומצות אמינו גם היא פוחתת^(21,22); כמו כן, שכיחות תופעת הסרקופניה עולה בגיל השלישי והגירוי ל MPS פוחת.

כדי לשמור ואף לבנות רקמת שריר, קיימת חשיבות רבה לצריכת חלבון נאותה בכמות ובאיכות שיאפשרו MPS אופטימלי. הממצאים מצביעים על צורך מוגבר של חלבונים בקרב אוכלוסיית הגיל השלישי וכדי לאפשר סינתזת חלבון אופטימלית, מומלץ לצרוך 0.35-0.4 גרם/ק"ג בכל ארוחה^(22,23).

כמות החלבון המומלצת לצריכה בסיום אימון כוח בקרב מבוגרים⁽¹⁸⁾



לקוח מתוך: Moore DR (2015)⁽¹⁸⁾



כאשר נעשית השוואה לחלבון מי גבינה, אך קצב הספיגה אינו הגורם היחיד המשפיע על סינתזת חלבון בסיום אימון; נראה כי קיימים מרכיבים נוספים במזון שמצויים בסינרגיה ומשפיעים על סינתזת חלבון^(30,31).

המסרים הנלמדים מהמאמר

להלן עיקרי ההמלצות בהתייחס לצריכת חלבון ואימון התנגדות⁽³²⁾:

1. לתהליכי היפרטרופיה רצוי לצרוך 1.6-2.2 גרם חלבון/ק"ג משקל גוף ביום, ובארוחה כ-0.4 גרם/ק"ג (ההתייחסות היא לכלל החלבון בארוחה)
2. רצוי לצרוך ארוחה אחת כל 3-5 שעות. לצריכת חלבון בלילה עשויה להיות השפעה מועילה על MPS בלילה (נושא אשר לא נדון במאמר זה).
3. שילוב של 2-3 אימוני התנגדות בשבוע יאפשר שמירה ובניית שריר באופן אופטימלי.

סוג החלבון והשפעתו על MPS

בין שלושה סוגי החלבון המצויים בשימוש במחקר - חלבון מי גבינה, חלבון סויה וחלבון קזאין – קיים באופן טבעי שוני איכותי. בחלק ניכר מהמחקרים, שבדקו את השפעת החלבון על MPS, השתמשו בחלבון עשיר בחומצות אמינו הכרחיות דוגמת חלבון מי גבינה וביצים. כאשר נדרשו החוקרים לחלבון בעל ציון גבוה ובעל ספיגה מהירה הם השתמשו בחלבון מי גבינה⁽²⁴⁾.

חלבון מי הגבינה נמצא יעיל ביותר בגירוי סיגנלים המעודדים MPS⁽²⁵⁾. נראה כי MPS בסיום אימון מגיע למקסימום הודות לתכולת הליאוצין בחלבון הנצרך. כמות הליאוצין ב-25 גרם חלבון היא הגבוהה ביותר בחלבון מי גבינה, ביחס לסויה, ולכן יש לו יתרון בשפעול mTOR.

נמצא כי סף הליאוצין בחלבונים הנצרכים הוא כ-3 גרם⁽²⁶⁾. חלבונים עם תכולת ליאוצין כזו יגרמו לעלייה מקסימלית ב MPS, כך שתיאורטית, גם חלבון חיטה עשוי לסייע בתהליכי היפרטרופיה, אך כדי להגיע לסף ליאוצין דרושה כמות גבוהה ביותר של חלבון מהצומח, ביחס לחלבונים מן החי⁽²⁷⁾.

מזון מלא

במחקרים הראשונים שבדקו השפעת חלבון על MPS בסיום אימון כוח השתמשו במשקאות בעלי תכולת חלבון וחומצות אמינו. באחרונה החלו לבצע מחקרים עם מזונות "רגילים" המכילים חלבון, מתוך הבנה שמזון הוא בחירה "נורמלית"⁽²⁸⁾. אומנם קצב העלייה של חומצות האמינו בדם מהיר יותר

צריכת יוד נמוכה ממוצרי חלב בישראל, למרות תכולת יוד גבוהה בחלב

חלב הוא מקור עיקרי ליוד בתזונת האדם. מכיוון שתכולת יוד בחלב וצריכת חלב משתנים לאורך זמן ובאוכלוסיות שונות, יש להעריך את תרומתם כספקי יוד באופן קבוע. סקר יוד לאומי שנערך באחרונה מצא כי אוכלוסיית ישראל סובלת ממחסור ביוד. תכולת יוד בחלב ומוצריו יכולה לסייע במניעת מחסור ביוד.

מחקר זה נועד לקבוע את ריכוז היוד במוצרי חלב הנצרכים בדרך כלל בתזונה הישראלית, ולהעריך את צריכת יוד ממוצרי חלב בקרב מבוגרים ישראלים.

בסקר הבריאות והתזונה הלאומי "מב"ת" נבדקה תכולת יוד ב-33 מוצרי חלב נבחרים שהם 89% מכלל צריכת החלב של האוכלוסייה. על סמך נתונים אלה חושבה התפלגות צריכת יוד מחלב ומוצריו באוכלוסייה הבוגרת בישראל.

תוצאות המחקר הראו כי החלב הישראלי עשיר ביוד, בריכוז ממוצע של 22 מיקרוגרם/100 גרם. עם זאת, עקב צריכת חלב נמוכה, צריכת היוד הממוצעת מחלב ומוצרי חלב הייתה 34 מיקרוגרם ליום בלבד (חציון 23 מיקרוגרם ליום; טווח: 0-337 מיקרוגרם ליום) או 22% מהקצבה היומית המומלצת. הצריכה (מדיווח עצמי) בקרב תת-קבוצות של עניים, גברים וערבים הייתה נמוכה אך יותר.

מסקנת החוקרים הייתה כי חלב ומוצרי חלב ישראליים עשירים ביוד ותרומתם לצריכת היוד של האוכלוסייה הייתה עולה אם היו נצרכים בכמויות גדולות יותר, בייחוד בקרב קבוצות בסיכון.

התרומה הפוטנציאלית של מוצרי החלב כספקי יוד מרכזיים צריכה להילקח בחשבון בהמלצות לאוכלוסייה לצריכת חלב ומוצריו ולמניעת מחסור ביוד.

Yaniv S. Ovadia, Dov Gefel, Nathalie Weizmann, Merav Raizman. Low Iodine Intake from Dairy Foods Despite High Milk Iodine Content in Israel. *Thyroid*. 2018;28(8):1042-1051

1. Thiebaud, D, Jacot, E, DeFronzo, R.A, Maeder, E, Jequier, E, Felber, J.P. The effect of graded doses of insulin on total glucose uptake, glucose oxidation, and glucose storage in man. *Diabetes*; **1982**
2. Wang, Z.; Ying, Z.; Bosy-Westphal, A.; Zhang, J.; Schautz, B.; Later, W.; Heymsfield, S.B.; Muller, M.J. Specific metabolic rates of major organs and tissues across adulthood: Evaluation by mechanistic model of resting energy expenditure. *AJCN*; **2010**
3. Morton, R.W.; McGlory, C.; Phillips, S.M. Nutritional interventions to augment resistance training-induced skeletal muscle hypertrophy. *Front. Physio*; **2015**
4. Mcleod JC, Stokes T, Phillips SM. Resistance Exercise Training as a Primary Countermeasure to Age-Related Chronic Disease. *Front Physio*; **2019**
5. Egan B, Zierath JR. Exercise metabolism and the molecular regulation of skeletal muscle adaptation. *Cell Metab*. 162–184; **2013**
6. West DW, Baehr LM, Marcotte GR, Chason CM, Tolento L, Gomes AV, Bodine SC, Baar K. Acute resistance exercise activates rapamycin sensitive and - insensitive mechanisms that control translational activity and capacity in skeletal muscle. *J Physiol*: 453–468; **2016**
7. Biolo G, Maggi SP, Williams BD, Tipton KD, Wolfe RR. Increased rates of muscle protein turnover and amino acid transport after resistance exercise in humans. *Am J Physiol Endocrinol Metab*: E514–E520; **1995**
8. Churchward-Venne TA, Burd NA, Phillips SM. Nutritional regulation of muscle protein synthesis with resistance exercise: strategies to enhance anabolism. *Nutr Metab* 9: 40; **2012**
9. Damas F, Phillips SM, Libardi CA, Vechin FC, Lixandrão ME, Jannig PR, Costa LA, Bacurau AV, Snijders T, Parise G, Tricoli V, Roschel H, Ugrinowitsch C. Resistance training-induced changes in integrated myofibrillar protein synthesis are related to hypertrophy only after attenuation of muscle damage. *J Physiol* 594; **2016**
10. Damas F, Phillips SM, Lixandrão ME, Vechin FC, Libardi CA, Roschel H, Tricoli V, Ugrinowitsch C. Early resistance training-induced increases in muscle cross-sectional area are concomitant with edema induced muscle swelling. *Eur J Appl Physiol* 116: 49–56, **2016**.
11. Phillips, B. E., Williams, J. P., Gustafsson, T., Bouchard, C., Rankinen, T., Knudsen, S., Atherton, P. J. Molecular networks of human muscle adaptation to exercise and age. *PLoS Genetics*; **2013**
12. Stec, M. J., Kelly, N. A., Many, G. M., Windham, S. T., Tuggle, S. C., & Bamman, M. M. Ribosome biogenesis may augment resistance training-induced myofiber hypertrophy and is required for myotube growth in vitro. *American Journal of Physiology-Endocrinology and Metabolism*; **2016**
13. Matthew Stewart Brook, Daniel James Wilkinson, Ken Smith & Philip James Atherton. It's not just about protein turnover: the role of ribosomal biogenesis and satellite cells in the regulation of skeletal muscle hypertrophy. *European Journal of Sport Science*; **2019**
14. Phillips SM, Tipton KD, Aarsland A, Wolf SE, Wolfe RR. Mixed muscle protein synthesis and breakdown after resistance exercise in humans. *Am J Physiol*; **1997**
15. Tipton KD, Ferrando AA, Phillips SM, Doyle Jr D, Wolfe RR. Postexercise net protein synthesis in human muscle from orally administered amino acids. *Am J Physiol*; **1999**
16. Moore DR, Robinson MJ, Fry JL, Tang JE, Glover EI, Wilkinson SB, et al. Ingested protein dose response of muscle and albumin protein synthesis after resistance exercise in young men. *Am J Clin Nutr*; **2009**
17. Witard OC, Jackman SR, Breen L, Smith K, Selby A, Tipton KD. Myofibrillar muscle protein synthesis rates subsequent to a meal in response to increasing doses of whey protein at rest and after resistance exercise. *Am J Clin Nutr*; **2014**
18. Moore DR, Churchward-Venne TA, Witard O, Breen L, Burd NA, Tipton KD, et al. Protein ingestion to stimulate myofibrillar protein synthesis requires greater relative protein intakes in healthy older versus younger men. *J Gerontol Med Sci*; **2015**
19. Moore DR, Maximizing Post-exercise Anabolism: The Case for Relative Protein Intakes *Front. Nutr*. **2019**
20. Macnaughton LS, Wardle SL, Witard OC, McGlory C, Hamilton DL, Jeromson S, et al. The response of muscle protein synthesis following wholebody resistance exercise is greater following 40 g than 20 g of ingested whey protein. *Physiol Rep*; **2016**
21. Churchward-Venne TA, Holwerda AM, Phillips SM, and van Loon LJ. What is the optimal amount of protein to support post-exercise skeletal muscle reconditioning in the older adult? *Sports Med*; **2016**
22. Dimitrios Draganidis, et al Inflammaging and Skeletal Muscle: Can Protein Intake Make a Difference? *The Journal of Nutrition*; **2016**
23. Moore, DR. Keeping older muscle “young” through dietary protein and physical activity. *Adv Nutr*; **2014**
24. West DW, Burd NA, Coffey VG, Baker SK, Burke LM, Hawley JA, et al. Rapid aminoacidemia enhances myofibrillar protein synthesis and anabolic intramuscular signaling responses after resistance exercise. *Am J Clin Nutr*; **2011**
25. Tang, J.E., Moore, D.R., Kujbida, G.W., Tarnopolsky, M.A., and Phillips, S.M. Ingestion of whey hydrolysate, casein, or soy protein isolate: effects on mixed muscle protein synthesis at rest and following resistance exercise in young men. *J.Appl.Physiol*; **2009**
26. Churchward-Venne, T. A., Breen, L., Di Donato, D. M., Hector, A. J., Mitchell, C. J., Moore, D. R., et al. Leucine supplementation of a low-protein mixed macronutrient beverage enhances myofibrillar protein synthesis in young men a double-blind, randomized trial. *AJCN*; **2014**
27. Stefan HM Gorissen, Astrid MH Horstman, Rinske Franssen, et al. Ingestion of Wheat Protein Increases In Vivo Muscle Protein Synthesis Rates in Healthy Older Men in a Randomized Trial; *The Journal of Nutrition*; **2016**
28. Burd NA, Beals JW, Martinez IG, Salvador AF, Skinner SK. Food first approach to enhance the regulation of post-exercise skeletal muscle protein synthesis and remodeling. *Sports Med*; **2019**
29. Burd NA, McKenna CF, Salvador AF, Paulussen KJM, Moore DR. Dietary protein quantity, quality, and exercise are key to healthy living: a muscle-centric perspective across the lifespan. *Front Nutr*; **2019**
30. Abou Sawan S, van Vliet S, Parel JT, Beals JW, Mazzulla M, West DWD, et al. Translocation and protein complex co-localization of mTOR is associated with postprandial myofibrillar protein synthesis at rest and after endurance exercise. *Physiol Rep*; **2018**
31. van Vliet S, Shy EL, Abou Sawan S, Beals JW, West DW, Skinner SK, et al. Consumption of whole eggs promotes greater stimulation of postexercise muscle protein synthesis than consumption of isonitrogenous amounts of egg whites in young men. *AJCN*; **2017**
32. Tanner Stokes, Amy J. Hector, Robert W. Morton, Chris McGlory and Stuart M. Phillips. Recent Perspectives Regarding the Role of Dietary Protein for the Promotion of Muscle Hypertrophy with Resistance Exercise Training. *Nutrients*; **2018**