

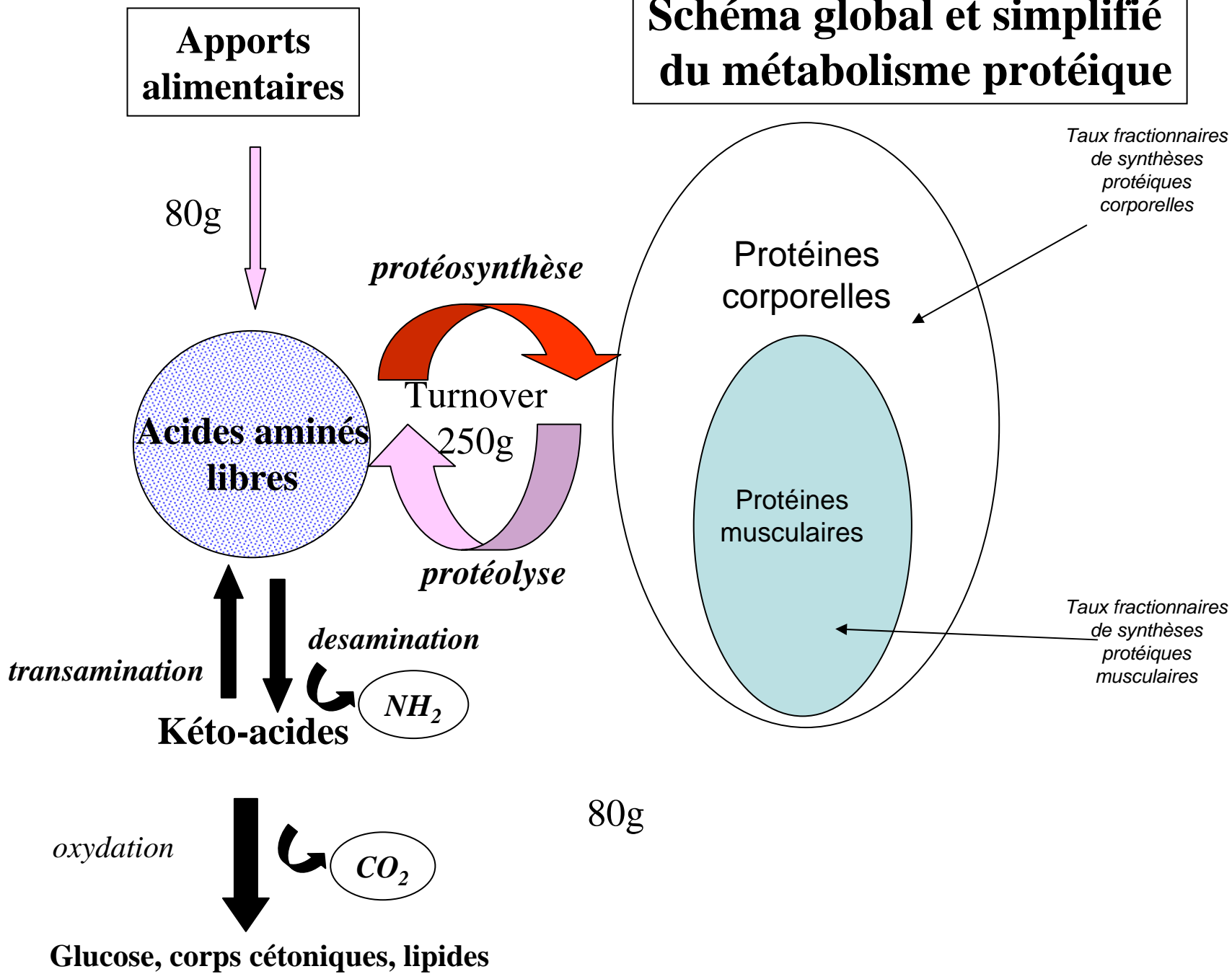
Apport protéique et récupération post-exercice

Claire Gaudichon, Unité de Physiologie de la Nutrition et du Comportement Alimentaire

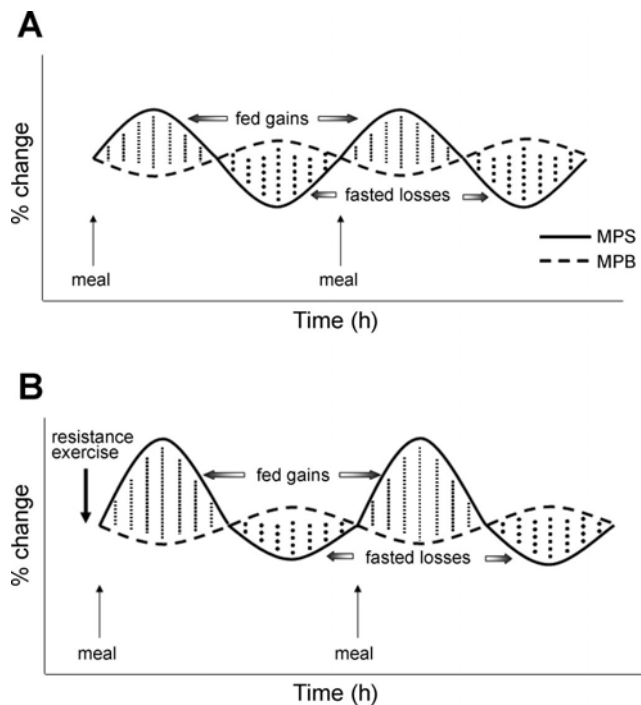


14^e journées de nutrition du sportif, Lille, 28/11/09

Schéma global et simplifié du métabolisme protéique



Cycles de déplétion et de réplétion musculaires



Fenêtre anabolique après l'exercice

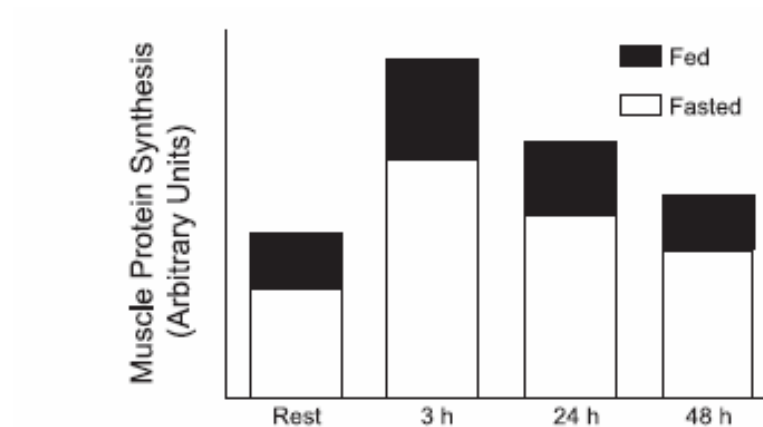
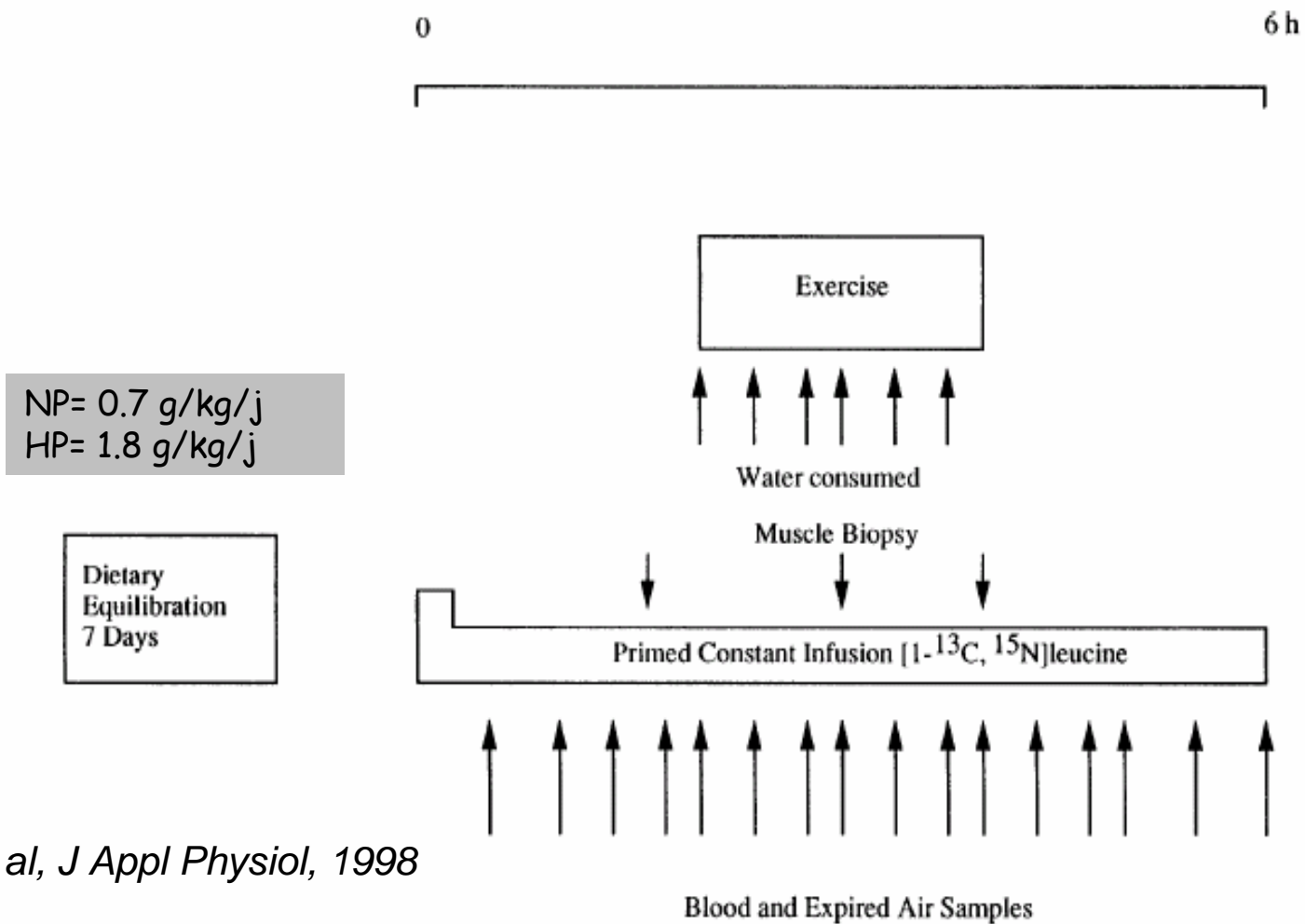


Fig. 2. Resistance training induces a sustained increase in MPS for up to 48 h, which likely sensitizes the muscle to feeding. As a result, feeding during this time should result in a greater MPS response compared with feeding at rest.

NB: Cette fenêtre anabolique est plus longue chez les sujets non entraînés que chez les sujets entraînés

Etude du métabolisme protéique pendant et après l'exercice en fonction du niveau d'apport protéique



Bowtell et al, *J Appl Physiol*, 1998

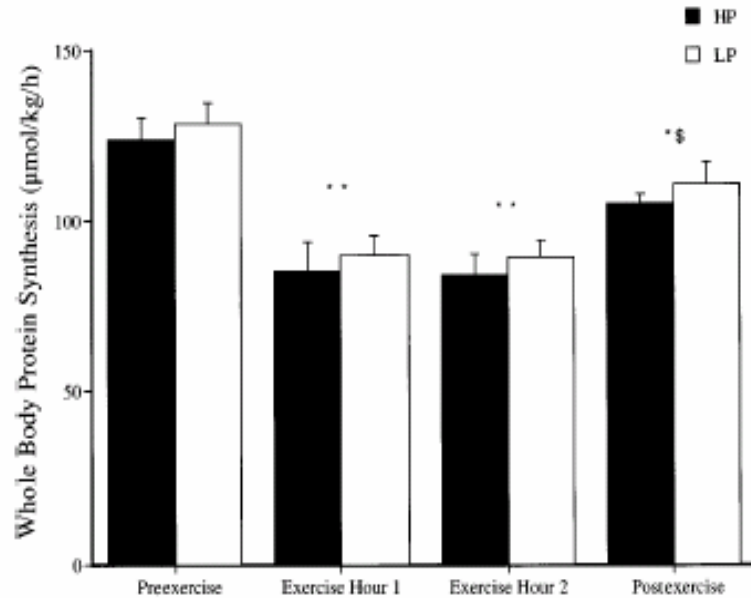


Fig. 8. Effect of dietary protein content on whole body protein synthesis at rest and during exercise. Values are means \pm SE ($n = 8$ subjects). Significantly different from preexercise value (* $P < 0.05$, ** $P < 0.01$) and significantly different from exercise hour 1 value (§ $P < 0.05$).

Synthèse protéique

Inhibition de la synthèse pendant l'exercice; pas d'effet du niveau protéique (mais l'étude est réalisée à jeun)

Dégradation protéique

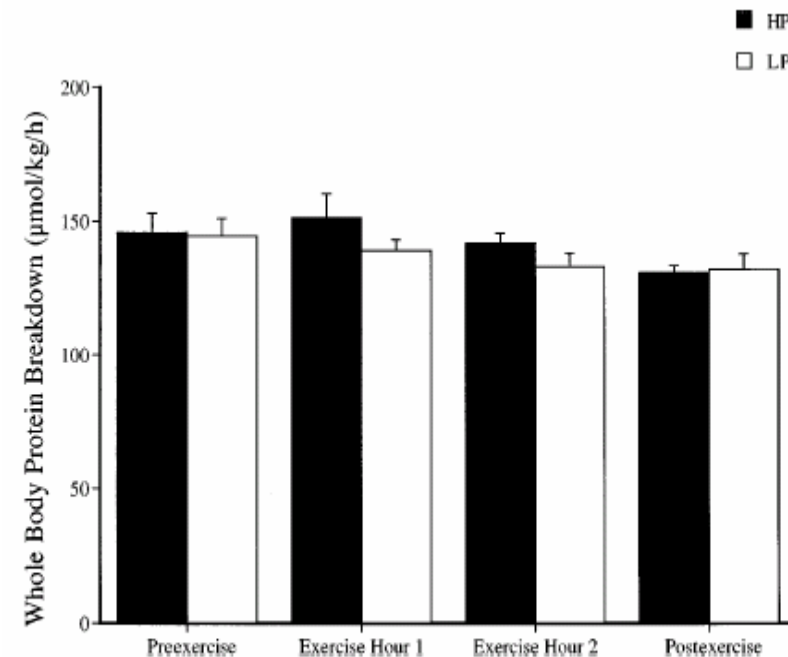
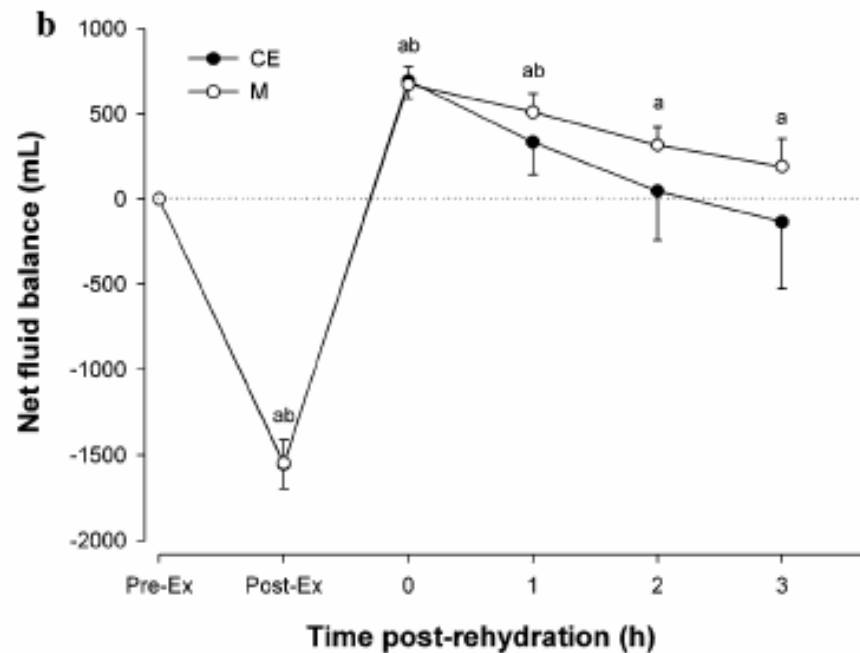


Fig. 7. Effect of dietary protein content on whole body protein breakdown at rest and during exercise. Values are means \pm SE ($n = 8$ subjects).

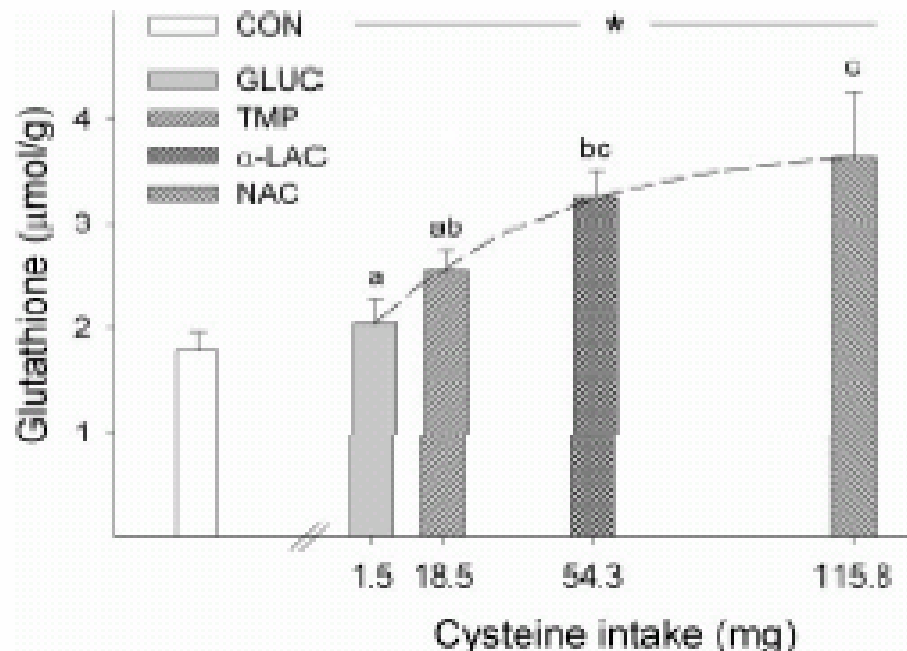
La récupération, quels paramètres?

7 sujets sportifs, dispositif croisé, exercice en atmosphère chaude et humide, boisson de récupération (lait écrémé ou glucides), test d'épuisement en fin de récupération



*Temps d'effort jusqu'à épuisement
39 min dans les 2 groupes*

Amélioration du bilan hydrique avec le lait



Chez le rat à l'exercice, une protéine riche en cystéine permet d'améliorer le statut en glutathion après un test d'épuisement

FIGURE 2 Liver total glutathione after a single bout of exhaustive exercise in rats that ingested as their last meal 1 g of the usual diet mixed with 1.8 g glucose (GLUC), 2 g milk protein (TMP), 2 g α -lactalbumin-enriched milk protein (α -LAC) or 2 g milk protein + 150 mg *N*-acetyl-cysteine (NAC) as a function of the amount of cysteine ingested in the last meal. The control group (CON) received 3 g of the control diet as their last meal and was kept sedentary. Data are means \pm SEM, $n = 7$. *Means of exercised rats differed from the control, $P < 0.05$. Means of exercised rats without a common letter differ, $P < 0.05$. The broken line shows the single exponential growth regression for postexercise liver glutathione vs. cysteine intake ($R^2 = 0.999$; $P < 0.02$).

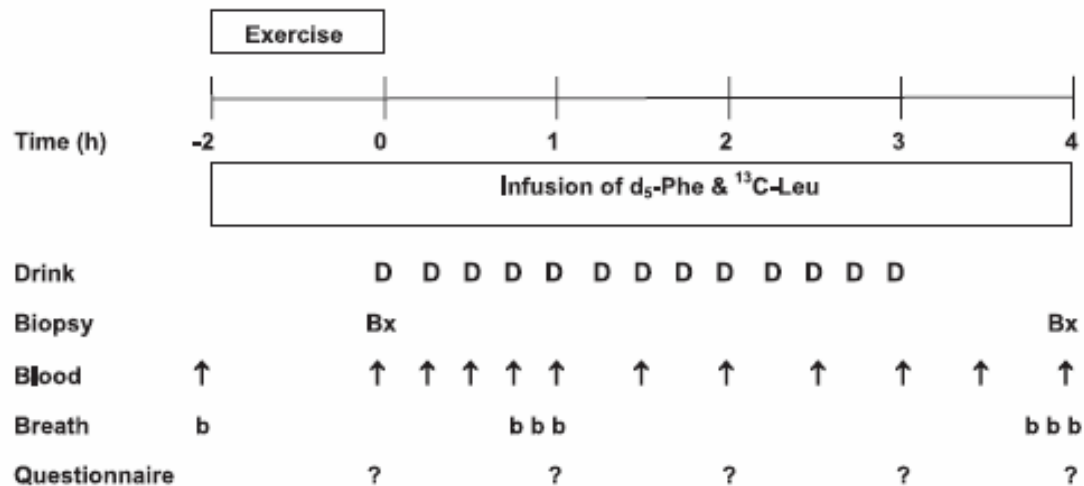
D'autres études se sont intéressées au rôle des acides aminés à chaîne latérale ramifiée sur:

- Les sensations de courbatures (effet positif dans un dispositif croisé chez des sujets non entraînés, après un sport d'endurance; Woodard et al, 07)
- La protéolyse musculaire (effet suppresseur d'une supplémentation BCAA/arginine pendant l'exercice; Matsumoto et al, 07)
- Le statut immunitaire (modification de la production de la cytokines)

Faut-il consommer des protéines pendant la récupération? Intérêt métabolique d'une co-ingestion protéines/glucides

Après un exercice d'endurance

6 sportifs, suivant successivement 3 tests séparés d'une semaine:
Glucides 1.2g/kg/h, Glucides 1.6 g/kg/h, Glucides 1.2 g + 0.4 g de protéines/kg/h



L'addition de protéines stimule l'anabolisme protéique

Et ne modifie pas la synthèse de glycogène

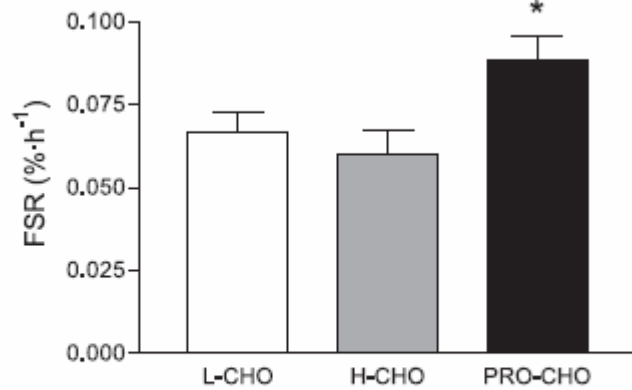
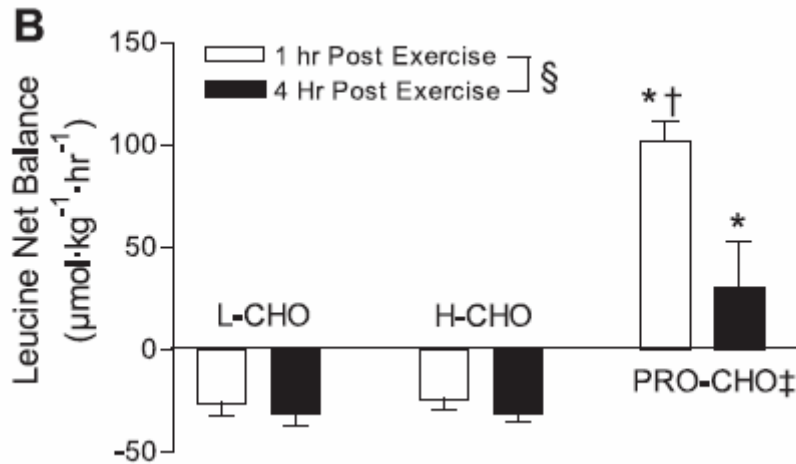
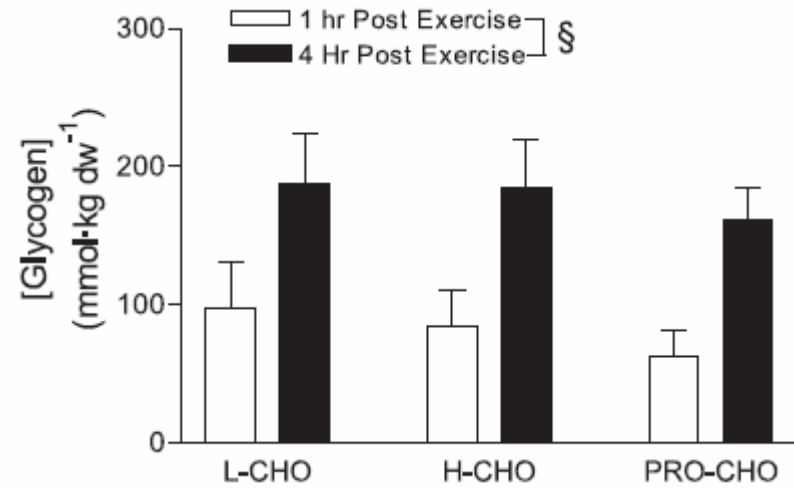


Fig. 4. Mixed muscle protein fractional synthetic rate (FSR) during 4 h of recovery from prolonged exercise while ingesting either 1.2 g CHO·kg⁻¹·h⁻¹ (L-CHO), 1.6 g CHO·kg⁻¹·h⁻¹ (H-CHO), or 1.2 g CHO + 0.4 g protein·kg⁻¹·h⁻¹ (PRO-CHO). Values are means ± SE; n = 6. *P < 0.05 vs. other treatments.



Après un exercice de force

30 sujets non sportifs, répartis dans 2 groupes:

Glucides+protéines, ou eau

Boissons données pendant et après l'exercice (0.15 g/kg/h protéines/glucides)

TABLE 2 Whole-body and mixed muscle protein synthesis rates following W or C+P ingestion during and after resistance exercise in healthy young men¹

	W	C+P
Whole-body protein synthesis, $\mu\text{mol}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{h}^{-1}$		
During exercise (2 h)	38.7 ± 1.5	49.9 ± 1.9*
During recovery (9 h)	28.6 ± 1.3	34.2 ± 1.4*
Total (11 h)	30.5 ± 1.3	37.1 ± 1.5*
Mixed muscle FSR, %/h		
During exercise (2 h)	0.056 ± 0.003	0.083 ± 0.011*
During recovery (9 h)	0.057 ± 0.004	0.056 ± 0.004
Total (11 h)	0.057 ± 0.003	0.060 ± 0.003

¹ Values are means ± SEM, n = 10. *Different from W, P < 0.05.

Une boisson glucides/protéines améliore l'anabolisme musculaire en comparaison ... à de l'eau

Chez le rat, les hydrolysats de protéines de lactoserum augmentent le glycogène musculaire

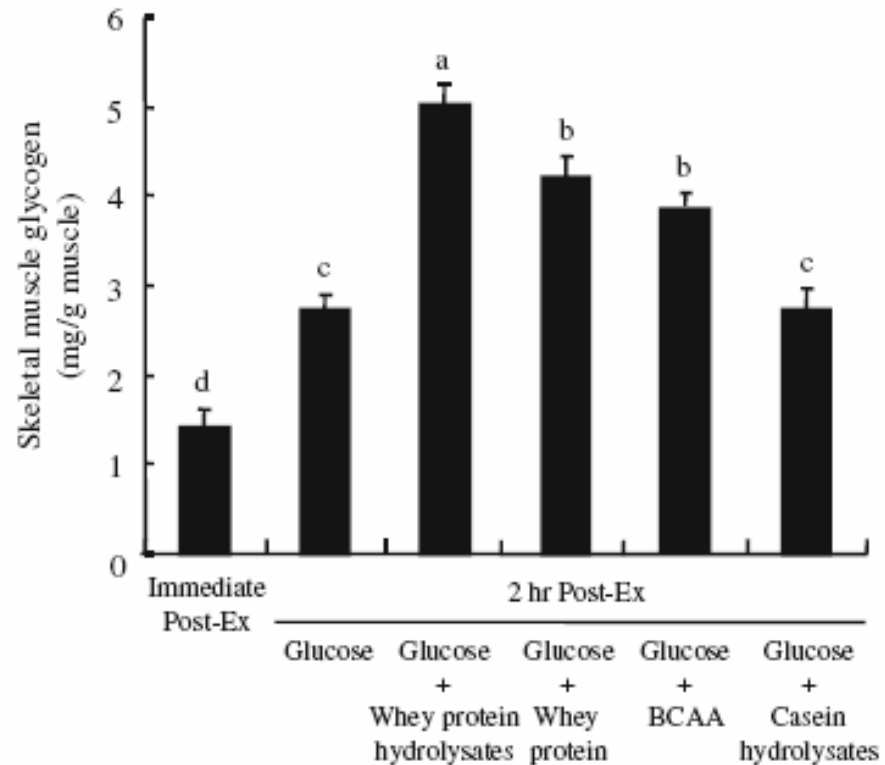
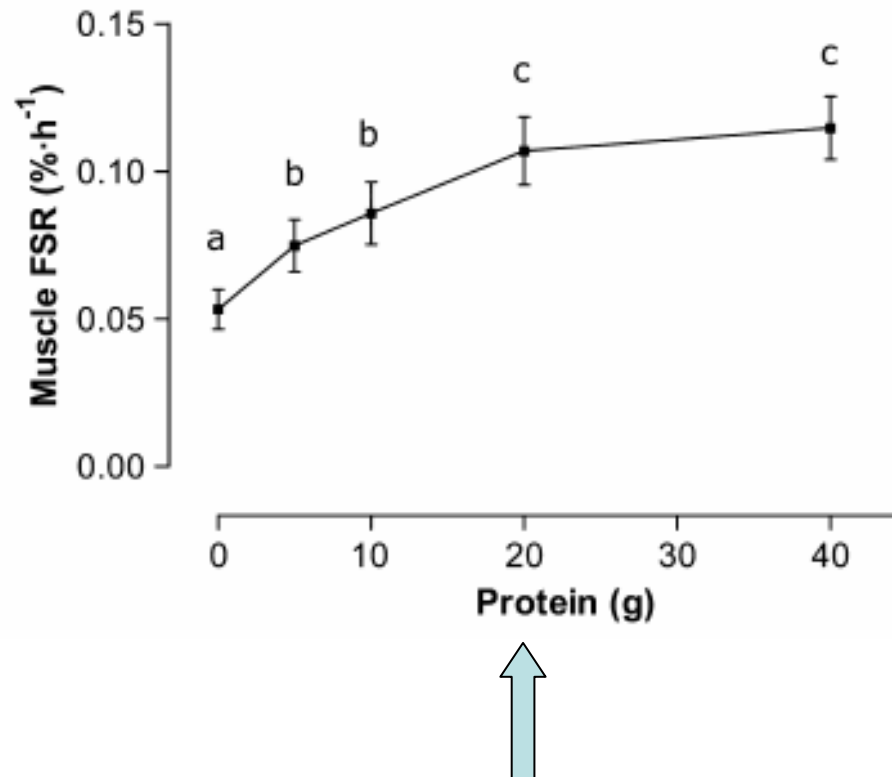


Fig. 2 Skeletal muscle glycogen content immediately after exercise and after 120 min of the recovery period, grouped according to the different type of test drinks ingested ($n = 8$ per group). Values are mean \pm SEM. Mean values within a column with unlike *superscript letters* were significantly different ($P < 0.05$)

Quelle dose de protéines pour favoriser l'anabolisme musculaire?

Exercice de résistance, dispositif croisé (n=6)



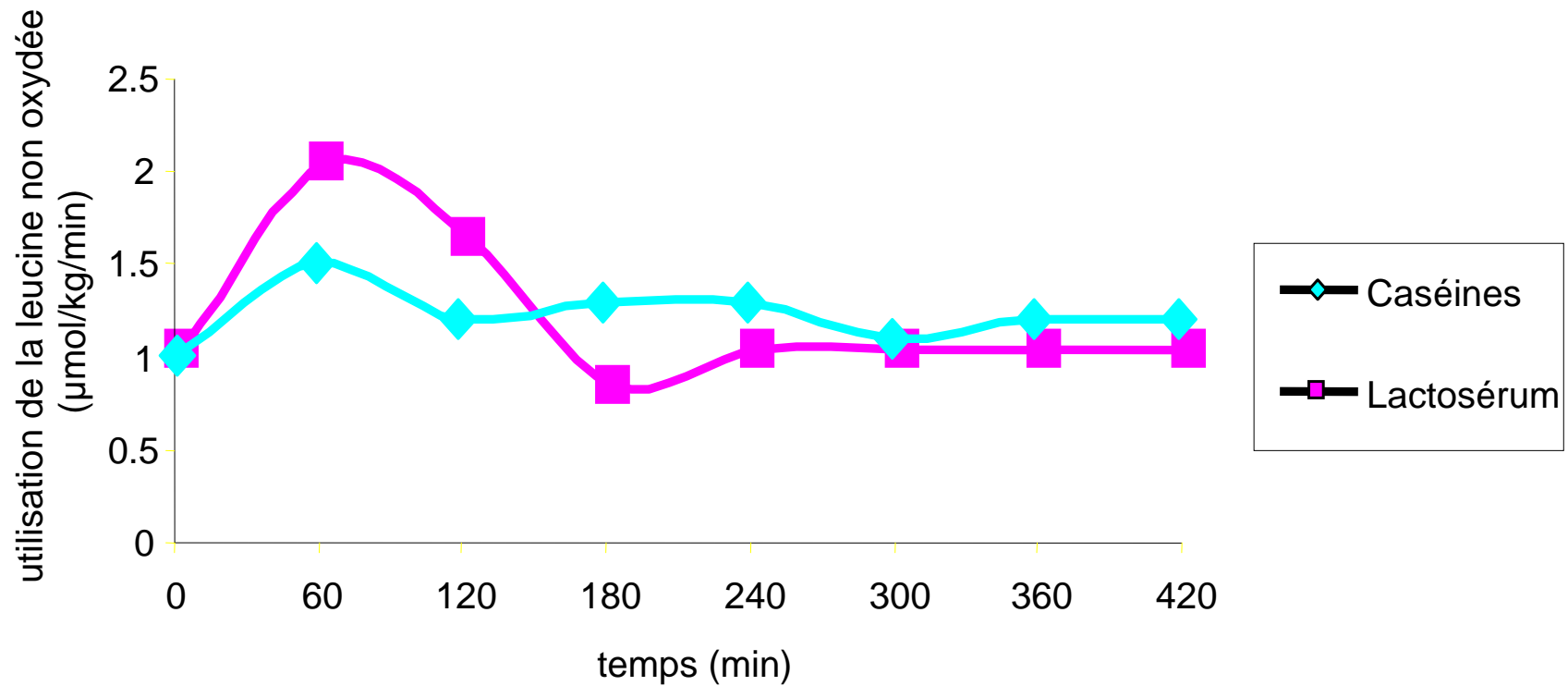
Moore et al, AJCN, 2009

La nature des protéines a-t-elle un impact sur l'anabolisme musculaire?

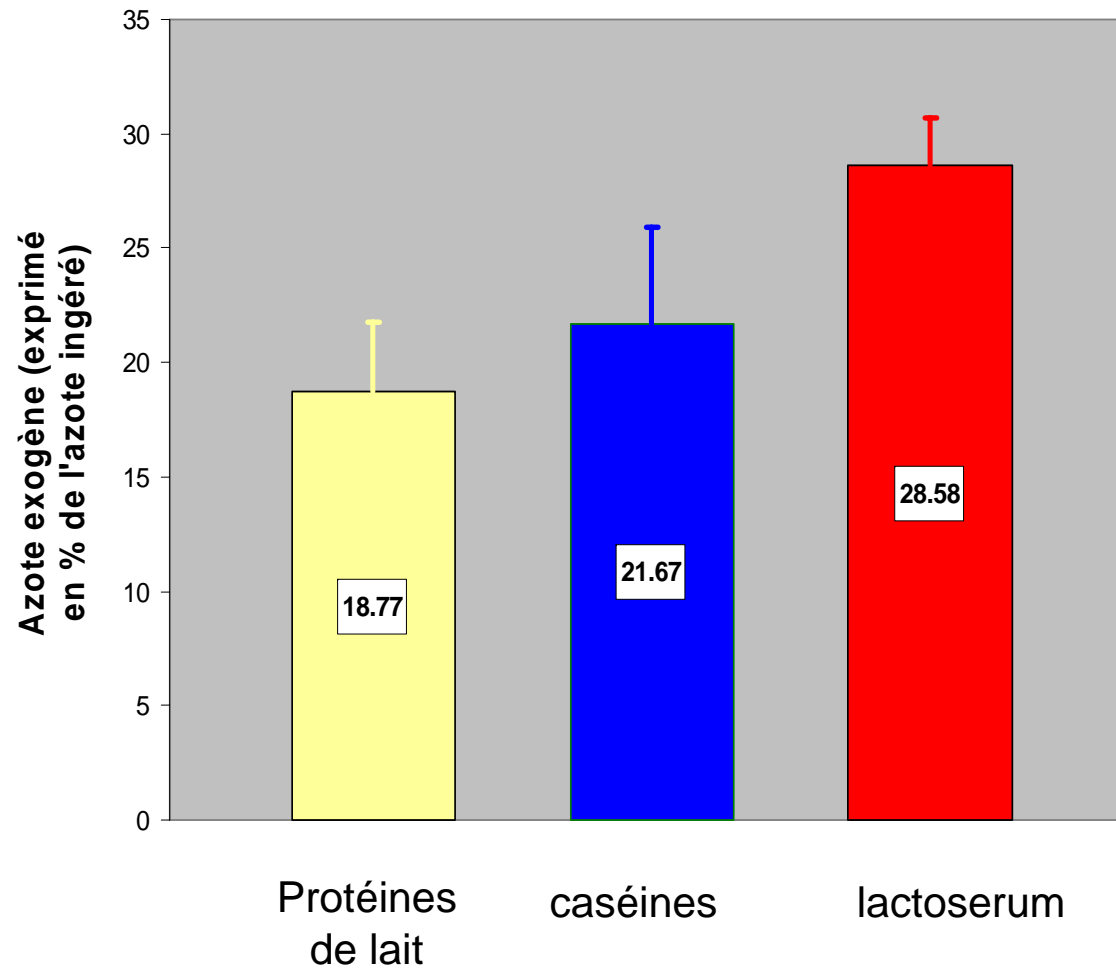
L'intérêt des protéines de lactosérum est particulièrement étudié car:

- *1: elles sont riches en acides aminés à chaîne latérale ramifiée
- *2. la leucine est un acide aminé signal qui active les voies de la protéosynthèse
- *3. elles sont à vitesse de digestion rapide, ce qui stimule transitoirement la synthèse protéique

Synthèse protéique totale chez l'homme après ingestion de caséines ou de protéines de lactosérum



Mais à contrario, elles sont moins bien retenues dans l'organisme



Body-builders entraînés 12 semaines et consommant chaque jour un supplément protéique (1.5 g/kg/j)

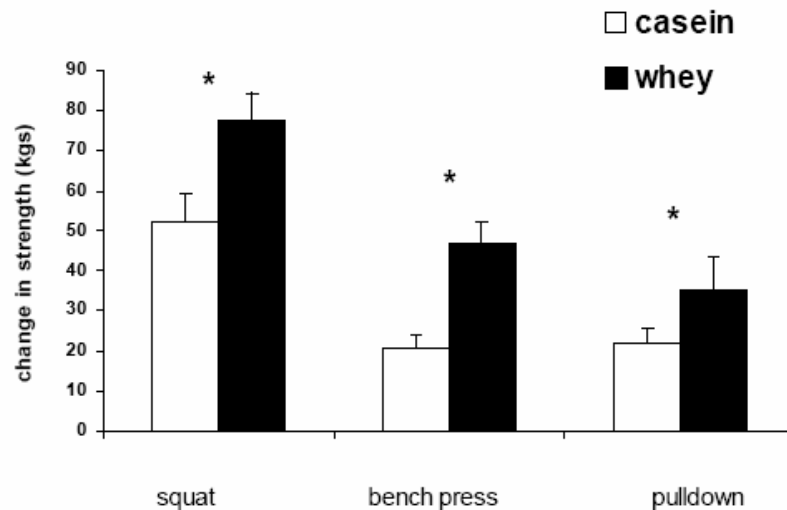


Figure 2 — Strength improvements before and after 10 wk of resistance training and supplementation. Values are means \pm standard error of 13 males (casein = 7; whey isolate = 6). Strength (1RM) was assessed in three exercises (barbell squat, barbell bench press, cable pull-down) the week immediately before and after a 10 wk resistance training program. *Indicates significant ($P < 0.05$) difference in strength improvements between the two groups.

Amélioration de la masse maigre et de la performance sportive avec les protéines de lactosérum

Effet de l'ingestion de caséines ou de protéines de lactosérum sur l'anabolisme musculaire après un exercice d'endurance

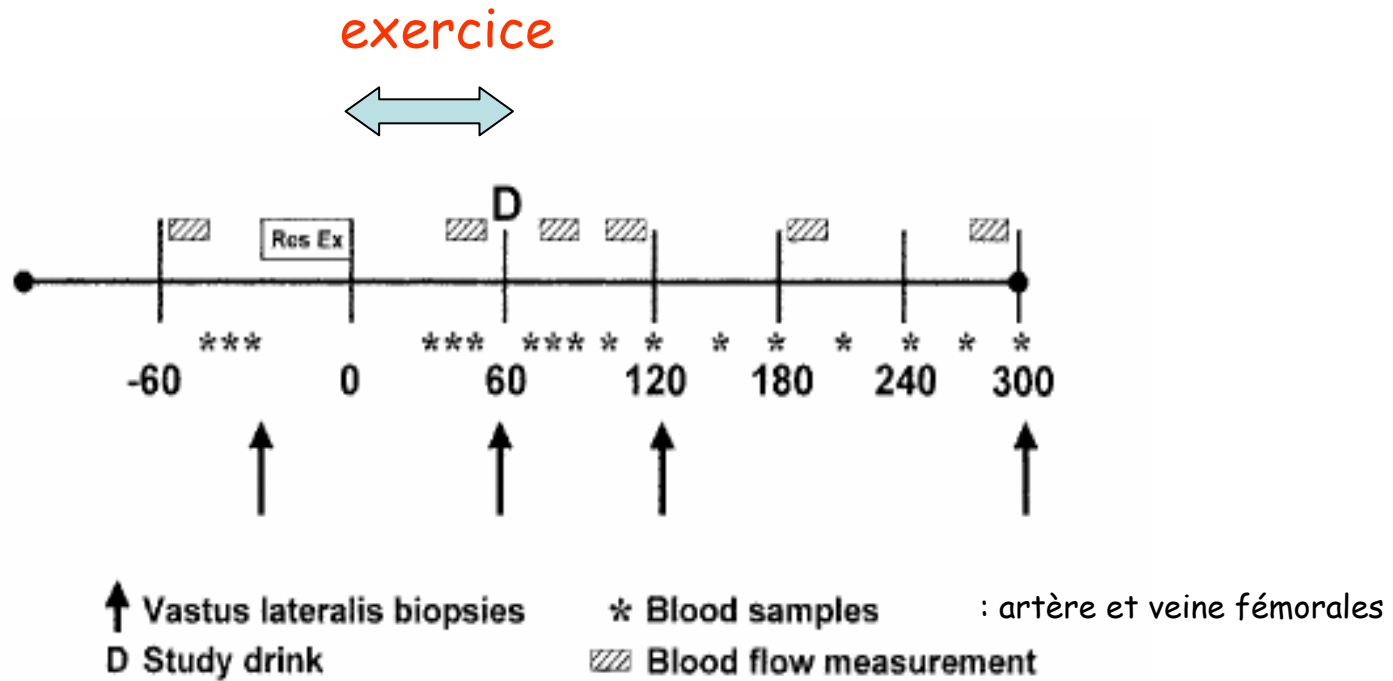


FIGURE 1—Schematic diagram of the study protocol.

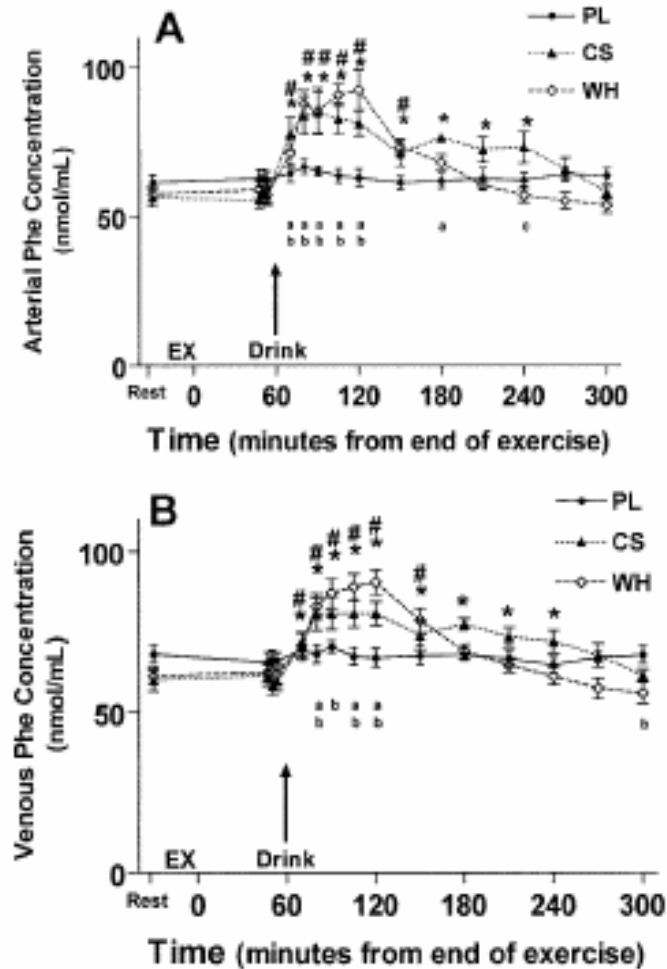


FIGURE 4—Arterial (A) and venous (B) phenylalanine concentration at rest and for 5 h after resistance exercise and ingestion of a placebo (PL), 20 g of casein (CS), or 20 g of whey protein (WH) 1 h after exercise; a, CS significantly different from PL, $P < 0.05$; b, WH significantly different from PL, $P < 0.05$; c, CS significantly different from WH, $P < 0.05$; * CS value significantly different from rest, $P < 0.05$; # WH value significantly different from rest. All values are mean \pm SE.

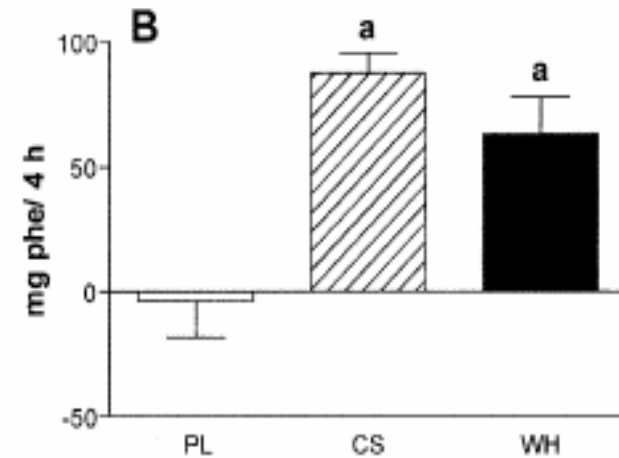
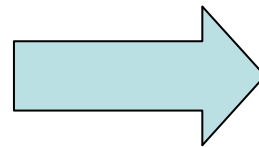
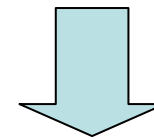


FIGURE 8—Leucine (A) and phenylalanine (B) exchange (area under the curve for net balance) across the leg for 5 h after resistance exercise during ingestion of a placebo (PL), 20 g of casein (CS), or 20 g of whey protein (WH); a, significantly ($P < 0.01$) different from PL; b, significantly ($P < 0.05$) different from CS. All values are mean \pm SE.



Pas de différence d'anabolisme musculaire entre les deux types de protéines

Effet des protéines de lait ou de soja sur la masse maigre suite à un exercice de force

56 sujets entraînés, consommation quotidienne de leur boisson, 12 semaines

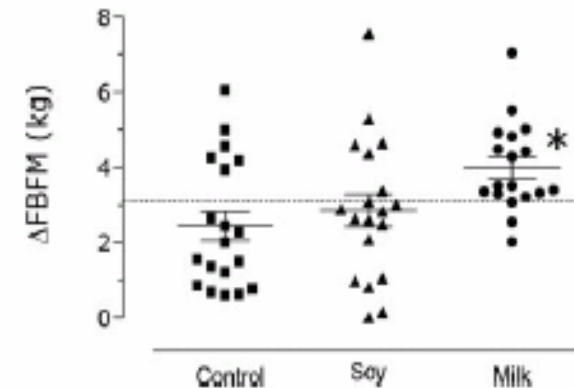
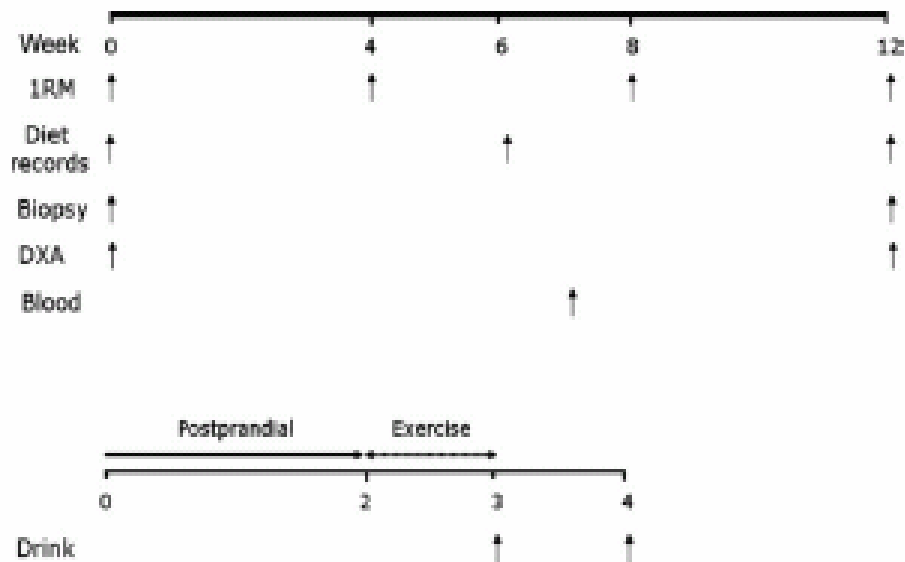


FIGURE 2. Individual and mean (\pm SEM) changes (Δ) in fat- and bone-free mass (FBFM) measured by dual-energy X-ray absorptiometry, plotted as a function of group: milk-consuming group (Milk; $n = 18$), soy-consuming group (Soy; $n = 19$), and isoenergetic carbohydrate-consuming group (control; $n = 19$). Analysis of means was by one-factor ANOVA with Tukey's post hoc test. *Significantly different from the Soy and control groups ($P < 0.01$). The dashed line represents the overall median change in FBFM.

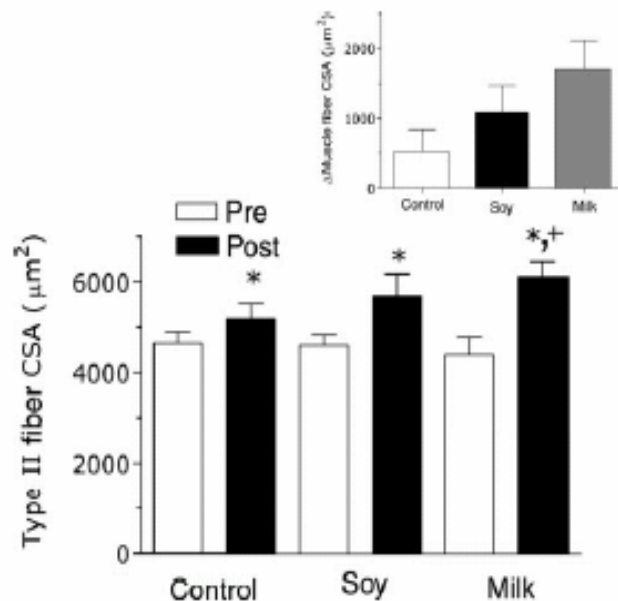


FIGURE 3. Mean (\pm SEM) type II muscle fiber cross-sectional area (CSA) before (Pre) and after (Post) 12 wk of resistance exercise training and the change (Δ) in muscle fiber CSA (not analyzed statistically) in all groups: milk-consuming group (Milk; $n = 18$), soy-consuming group (Soy; $n = 19$), and isoenergetic carbohydrate-consuming group (control; $n = 19$). A 2-factor ANOVA with Tukey's post hoc test was used for the statistical analysis. Time-by-group interaction: $P = 0.006$. *Significantly different from Pre, within the same group ($P < 0.01$). +Significantly different from Post in the Soy and control groups ($P < 0.05$).

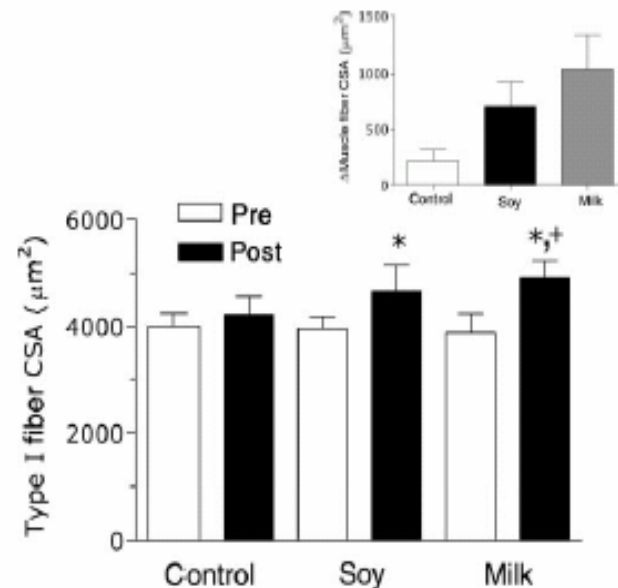


FIGURE 4. Mean (\pm SEM) type I muscle fiber cross-sectional area (CSA) before (Pre) and after (Post) 12 wk of resistance exercise training and the change (Δ) in muscle fiber CSA (not analyzed statistically) in all groups: milk-consuming group (Milk; $n = 18$), soy-consuming group (Soy; $n = 19$), and isoenergetic carbohydrate-consuming group (control; $n = 19$). A 2-factor ANOVA with Tukey's post hoc test was used for the statistical analysis. Time-by-group interaction: $P = 0.04$. *Significantly different from Pre within the same group ($P < 0.05$). +Significantly different from Post in the control group only ($P < 0.05$).

Les protéines de lait favorisent l'anabolisme musculaire par rapport aux protéines de soja

Taux de synthèse fractionnaire protéique et consommation de lait ou de soja en récupération postexercice

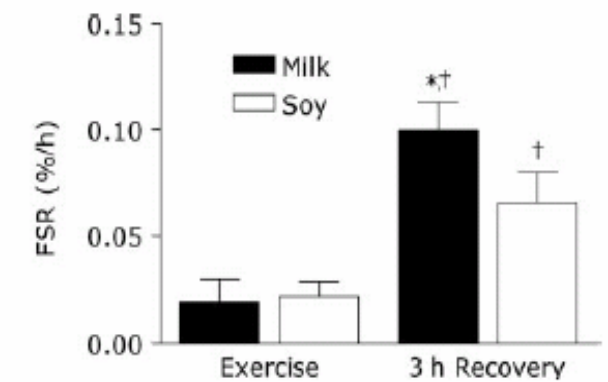
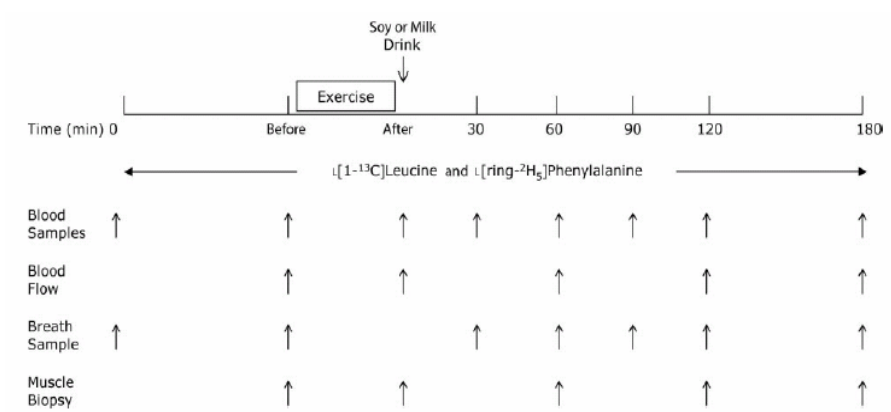


FIGURE 3. Mean (\pm SEM) fractional synthetic rate (FSR) of muscle proteins during the resistance exercise time period (Exercise) and 3 h after exercise and the consumption of a nonfat milk-protein beverage or an isonitrogenous, isoenergetic, macronutrient-matched (750 kJ, 18.2 g protein, 1.5 g fat, and 23 g carbohydrate) soy-protein beverage (3 h Recovery). A 2-factor ANOVA was performed to test for main effects of time and beverage. A main effect of time and a time-by-beverage interaction was observed, and a post hoc analysis with Tukey's honestly significant difference test was conducted to determine differences. *Significantly different from the soy group at the same time point, $P < 0.05$. †Significantly different from Exercise, $P < 0.05$. $n = 8$.

Wilkinson et al, AJCN, 2007

CONCLUSIONS

- Les suppléments protéiques doivent préférentiellement être fournis dans la fenêtre de demande anabolique
- Une dose de 20g permet d'optimiser l'anabolisme musculaire en récupération
- La qualité protéique peut influencer l'amplitude de cette stimulation, mais l'intérêt spécifique des protéines de lactosérum n'est pas prouvé
- Les acides aminés à chaîne latérale ramifiée pourraient aussi améliorer le statut en glycogène et, éventuellement, les performances énergétiques musculaires
- Les résultats dépendent très fortement du protocole utilisé: sujets entraînés ou non, type d'exercice, timing de l'apport, composition en macronutriments du supplément, contrôle de l'alimentation habituelle, adaptation aux en cas, ...