

Karaté Chartrelles

Rôle dans le sport de l'acide lactique et protéines



"J'ai de l'acide lactique dans les jambes suite à ma séance de sport intense. Vraiment ? Découvrez tout ce que vous devez savoir sur l'acide lactique ou plutôt le lactate : son rôle dans le métabolisme énergétique, ses effets sur la fatigue musculaire, et les solutions pour l'éliminer après l'effort si encore faut-il qu'il soit néfaste.

Qu'est-ce que l'acide lactique ou le lactate ?

Définition et formation

Description biochimique

Formellement, l'acide lactique est un acide organique, composé de carbone, d'hydrogène et d'oxygène ($C_3H_6O_3$).

Le lactate lui a un hydrogène en moins (H) par rapport à l'acide lactique. C'est donc un ion qui est donc négatif. Souvent vous pouvez voir écrit La- pour le lactate.

Lorsqu'on parle d'acide lactique dans le cadre du sport, il s'agit en réalité du lactate La- et de l'ion H^+ qui l'accompagne.

Processus de formation du lactate pendant l'effort physique

Pendant un exercice physique intense, les muscles nécessitent une grande quantité d'énergie rapidement.

Le corps utilise principalement l'oxygène pour produire de l'énergie (ATP) via le métabolisme aérobie.

Toutefois, lorsque l'intensité de l'effort dépasse la capacité du corps à fournir suffisamment d'oxygène aux muscles, le corps bascule vers un métabolisme anaérobie.

Ce processus entraîne la production de lactate dans les cellules musculaires. Il s'agit d'une réaction chimique où le glucose est converti en énergie, et le lactate est un sous-produit de cette réaction.

Le rôle du lactate et pas de l'acide lactique dans le corps
Importance dans le métabolisme énergétique

“L’acide lactique est un déchet toxique pour l’organisme”

Contrairement à cette idée, le lactate joue en réalité un rôle essentiel dans la production d’énergie.

Une fois produit dans le muscle, le lactate a 2 finalités :

Il va être directement consommé par le muscle ou il va être éjecté dans le sang si il y en a en trop grande quantité pour être recyclé par le foie pour refaire de l’énergie.

Le lactate joue donc les rôles suivants :

Substrat énergétique : Le lactate est utilisé comme source d’énergie par le cœur et les fibres musculaires lentes, permettant ainsi de maintenir l'activité musculaire même en conditions de faible oxygène.

Transformation en pyruvate : Le lactate peut être converti en pyruvate, une étape clé pour la production d’énergie, notamment dans les mitochondries, où il peut être oxydé pour générer de l'ATP (énergie).

Transamination : Il a la capacité d'être transaminé pour former des acides aminés, participant ainsi à la synthèse protéique et à la régénération des tissus.

Reconstitution des réserves de glycogène : Le lactate peut également être utilisé pour reconstituer les réserves de glycogène par un processus appelé néoglycogenèse, fournissant une énergie rapidement disponible pour des efforts futurs.

Synthèse de glucose : Enfin, le lactate est capté par le foie, où il peut être utilisé pour synthétiser de nouvelles molécules de glucose, contribuant ainsi à la régulation de la glycémie et à l'approvisionnement énergétique.

Pourquoi et quand le corps produit-il du lactate et pas de l’acide lactique ?

Les conditions de production

Exercices intenses et production de lactate

Le lactate est principalement produit lors d'exercices intenses, lorsque le corps ne peut plus fournir suffisamment d'oxygène aux muscles pour répondre à la demande énergétique.

En temps normal, l'organisme utilise le métabolisme aérobie, un processus qui décompose le glucose en présence d'oxygène pour produire de l'énergie.

Cependant, pendant des efforts très intenses, comme un sprint, de l'entraînement en fractionné à haute intensité ou des répétitions de musculation, les muscles nécessitent une production rapide d'ATP (l'énergie cellulaire). À ce stade, le métabolisme anaérobie entre en jeu, décomposant le glucose sans oxygène, ce qui génère du lactate comme sous-produit.

Pour avoir des exemples de séances de course à pied à différentes intensités, rendez-vous sur l'article : Quelles sont les différentes séances d'entraînement en course à pied ?

Le lactate est donc un indicateur d'un effort intense, mais son rôle est souvent mal compris. Contrairement à ce que beaucoup pensent, il n'est pas responsable de la fatigue musculaire.

Au contraire, sa production permet de soutenir temporairement l'effort physique en fournissant une énergie rapide.

Les fonctions du lactate pendant l'effort
Source d'énergie alternative

Le lactate, souvent mal compris, est en réalité un carburant important pour les muscles, notamment lors d'efforts prolongés. Plutôt que de contribuer directement à la fatigue musculaire, il agit comme une source d'énergie alternative, particulièrement pour les muscles, le cerveau et le cœur.

Si il y a “trop” de lactate inutilisé dans le muscle, il est évacué dans le sang et transporté par le sang vers le foie, où il est reconverti en glucose (néoglucogénèse), un processus qui permet de continuer à alimenter les muscles pendant l'effort.

Cette boucle métabolique, appelée cycle de Cori, est essentielle pour soutenir des performances d'endurance.

Régulation du pH musculaire

Une autre fonction importante du lactate est sa contribution à la régulation du pH musculaire. Lors d'un effort intense, l'augmentation des protons (H^+) dans les cellules musculaires peut rendre le milieu trop acide, ce qui est en partie responsable de la sensation de brûlure et de la diminution de la capacité à poursuivre l'effort.

Contrairement à la croyance populaire, ce n'est pas le lactate qui provoque cette acidité, mais plutôt l'accumulation de protons. Le lactate agit comme un tampon, aidant à neutraliser cette acidité et permettant aux muscles de fonctionner plus longtemps à des niveaux d'intensité élevés.

Quels sont les effets du lactate sur les muscles (et pas l'acide lactique) ?

Le lactate cause-t-il vraiment la fatigue musculaire ?

La fatigue neuromusculaire induite par l'exercice se caractérise par une diminution temporaire de la capacité d'un muscle à générer de la force ou de la puissance. Cela résulte de changements biochimiques intramusculaires (fatigue périphérique) et d'une diminution de l'activation musculaire par le système nerveux central (fatigue centrale).

Pendant longtemps, l'accumulation d'acide lactique dans les muscles a été perçue comme la principale cause de fatigue musculaire.

Pourtant, cette idée a été démystifiée par des études récentes qui montrent que l'acide lactique déjà n'est pas produit par le corps humain.

En réalité, ce n'est pas l'acide lactique, mais les ions hydrogène (H^+) libérés lors de la dégradation de l'ATP (la source d'énergie des muscles) qui provoquent l'acidification des muscles et entraînent la sensation de fatigue.

L'étude de Hureau et al. (2022) a confirmé que la fatigue neuromusculaire est associée à l'accumulation de H^+ et P_i (phosphates inorganiques) dans les muscles, et que ces métabolites jouent un rôle central dans le développement de la fatigue périphérique et centrale pendant l'exercice.

Les symptômes liés à cette accumulation montrent :

Une diminution de la capacité à maintenir un effort intense, car le corps ne peut plus répondre efficacement.

Une sensation de brûlure due à l'acidification accrue, causée par les protons (H^+), et non par l'acide lactique, vous l'aurez compris.

Quelles sont les causes de la douleur après l'exercice ?

Douleurs musculaires et courbatures

Une autre idée reçue est que l'acide lactique serait responsable des douleurs musculaires après l'exercice, en particulier les courbatures.

Ces douleurs, connues sous le nom de DOMS (Delayed Onset Muscle Soreness), apparaissent généralement 24 à 48 heures après un effort intense ou inhabituel.

Contrairement à ce que l'on pourrait penser, les courbatures ne sont pas causées par l'accumulation de lactate, H^+ ou P_i mais plutôt par des micro-déchirures dans les fibres musculaires. Ces déchirures provoquent une réponse inflammatoire, qui contribue aux sensations de raideur et de douleur.

Autres facteurs contribuant à la douleur

Micro-déchirures musculaires : Les efforts intenses ou les exercices impliquant des mouvements excentriques (étirement du muscle sous tension) créent de petites déchirures dans les fibres musculaires. Celles-ci sont une composante naturelle de la croissance musculaire, mais elles causent des douleurs à court terme.

Inflammation et récupération : En réponse à ces micro-déchirures, le corps déclenche une inflammation locale, qui contribue à la sensation de douleur et à la raideur. Ce processus est nécessaire pour réparer les tissus musculaires et les rendre plus forts.

L'inflammation fait partie du processus de récupération et, à long terme, elle aide les muscles à se renforcer pour mieux supporter des charges similaires à l'avenir.

Comment éliminer le lactate après l'effort ?

La clairance du lactate

La clairance du lactate désigne le processus par lequel le lactate produit dans les muscles lors d'exercices intenses est éliminé ou utilisé par différents tissus

Il est important de noter que la concentration de lactate dans le sang ne reflète pas exactement celle présente dans les muscles.

En effet, le lactate est produit localement dans les muscles actifs, mais il peut être rapidement transporté vers d'autres parties du corps, notamment vers des tissus comme le cœur, les fibres musculaires lentes ou le foie, où il sera soit oxydé pour produire de l'énergie, soit converti en glucose par néoglucogenèse.

Cette différence entre la production locale du lactate et sa concentration sanguine illustre la complexité des échanges métaboliques : ce qui est produit dans un endroit peut être redistribué et utilisé ailleurs.

Ainsi, la mesure du lactate sanguin reflète non seulement la production de lactate, mais également la capacité du corps à le transporter et à l'utiliser de manière efficace, ce qui peut fausser l'interprétation directe des niveaux musculaires et sanguins.

Quelles techniques pour réduire l'acidité musculaire et récupérer ?

Objectifs de la récupération : Traiter les dommages causés par la compétition, réduire la fatigue, normaliser les fonctions corporelles, rétablir l'équilibre homéostatique et renouveler les ressources énergétiques.

Facteurs influençant la récupération : L'âge, le sexe, l'expérience de l'athlète, l'état de santé, la nutrition, et des facteurs environnementaux et psychologiques peuvent tous influencer le processus de récupération.

Méthodes de récupération :

Nutrition et hydratation.

Thérapie aquatique (eau froide, chaleur).

Activités d'aérobic à faible intensité.

Étirements et massages.

Utilisation de traitements anti-inflammatoires et analgésiques.

Électromyostimulation et thérapies par ultrasons.

Des études ont comparé les méthodes de repos actif et passif sans montrer de différences significatives. Cependant, la récupération active est souvent recommandée pour diminuer le taux de lactate sanguin.

Aussi consommer des glucides immédiatement après un effort permet de restaurer les réserves de glycogène musculaire. Les premières heures après un exercice sont particulièrement importantes pour optimiser la récupération. De plus, des stratégies d'hydratation adéquates avant, pendant et après l'exercice sont essentielles pour maintenir la performance.

FAQ : Vos questions fréquentes sur l'acide lactique et le sport

Quel est le dosage normal de l'acide lactique ?

Déjà si vous parlez d'acide lactique c'est que vous n'avez pas compris le message principal de cet article.

Le taux de lactate dans le sang au repos est généralement bas, autour de 1 à 2 mmol/L.

Pendant un effort intense, il peut monter jusqu'à 20 mmol/L. Cependant, ce chiffre varie en fonction de l'intensité de l'exercice et de la capacité individuelle à recycler le lactate.

Comment mesurer son taux de lactate ?

Le taux de lactate se mesure principalement à l'aide d'un prélèvement sanguin effectué au bout du doigt ou du lobe de l'oreille. Il existe des dispositifs portables que les athlètes utilisent pour surveiller leurs niveaux en temps réel pendant les entraînements.

Le lactate est-il vraiment néfaste pour les muscles ?

Non, le lactate n'est pas le coupable de la fatigue ou des courbatures musculaires.

Contrairement aux idées reçues, il s'agit en fait d'une source d'énergie précieuse qui aide à maintenir l'effort.

Quel est le lien entre lactate, H^+ et les performances sportives ?

Le lactate est le résultat de la glycolyse rapide lors d'efforts intenses. S'il n'est pas directement responsable de la fatigue musculaire, l'accumulation de protons (H^+) qui l'accompagne peut entraîner une acidose métabolique. Ce déséquilibre ionique impacte les performances sportives en limitant la capacité des muscles à se contracter efficacement.

Toutefois, le corps possède des systèmes pour tamponner cette acidité.

Proteine sport et vieillissement

La **protéine** joue un rôle essentiel dans le **sport** et dans le **vieillissement**, mais ses fonctions, ses besoins et son impact diffèrent selon les contextes. Voici une synthèse claire sur la relation entre protéines, activité physique et vieillissement :

Protéines et sport

Rôle :

- **Réparation et croissance musculaire** : après l'effort, les fibres musculaires endommagées ont besoin de protéines pour se reconstruire.
- **Amélioration de la performance** : une bonne synthèse protéique favorise la force, l'endurance et la récupération.

Besoins :

- Chez les sportifs, les besoins sont **plus élevés** que chez les sédentaires :
 - **1,2 à 2 g/kg de poids corporel/jour**, selon le type d'activité (endurance vs musculation).
 - Par exemple, un athlète de 70 kg peut nécessiter **84 à 140 g** de protéines par jour.
-

Protéines et vieillissement

Enjeux :

- À partir de 50-60 ans, le corps devient **moins efficace** pour synthétiser les protéines (phénomène appelé **anabolisme ralenti**).
- Risque de **sarcopénie** (perte de masse et de force musculaire).
- Impact sur l'**autonomie, la mobilité et la santé osseuse**.

Besoins :

- Les personnes âgées devraient **augmenter leur apport en protéines** :
 - Recommandations : **1,0 à 1,2 g/kg/jour**, voire **jusqu'à 1,5 g/kg/jour** en cas de maladie chronique ou de perte musculaire.
 - Par exemple, une personne de 70 kg devrait consommer entre **70 et 105 g** de protéines par jour.
-

Sport + Vieillesse = Combo essentiel

Le **sport chez les seniors**, surtout la musculation ou les exercices de résistance, **stimule la synthèse protéique**. En combinant :

- **activité physique régulière,**
- **apports protéiques adaptés et répartis** sur les repas (au moins 25-30 g par repas),

... on peut **limiter ou inverser la perte musculaire liée à l'âge.**



Sources de protéines recommandées

- **Animales** : œufs, poisson, poulet, yaourt grec, fromage blanc, whey.
 - **Végétales** : légumineuses (lentilles, pois chiches), tofu, quinoa, soja, mélanges céréales/légumineuses.
 - Pour les personnes âgées, les **protéines à digestion rapide** (ex. whey ou protéines de lait) peuvent être bénéfiques, surtout après l'effort.
-

Souhaitez-vous un **menu type riche en protéines pour seniors actifs** ou un comparatif **entre protéines animales et végétales** ?

Vous avez dit :

les deux

Parfait ! Voici les deux parties que vous avez demandées :



Menu type riche en protéines pour seniors actifs (70 kg, objectif : 90–105 g de protéines/jour)



Objectifs :

- Atteindre un **minimum de 25–30 g de protéines** à chaque repas.
 - Inclure des sources faciles à digérer.
 - Favoriser les aliments riches en **leucine**, acide aminé clé pour la synthèse musculaire.
-

Petit-déjeuner (~30 g de protéines)

- 2 œufs entiers (12 g)
- 1 tranche de pain complet (3 g)
- 150 g de yaourt grec nature (10 g)
- 15 g d'amandes (3 g)
- 1 fruit (pomme, kiwi...)

→ 💡 Variante rapide : un **shake protéiné** avec 30 g de whey + 250 ml de lait demi-écrémé (environ 30 g de protéines).

Déjeuner (~30 g de protéines)

- 120 g de filet de poulet cuit (30 g)
- 100 g de quinoa cuit (4 g)
- Légumes verts vapeur + huile d'olive
- 1 yaourt nature (5 g)

Collation (~15 g de protéines)

- 100 g de fromage blanc 0% (8 g)
- 1 poignée de noix (4 g)
- 1 tranche de pain complet (3 g)

→ Variante : 1 barre protéinée maison ou du commerce.

Dîner (~30 g de protéines)

- 100 g de saumon ou de tofu (20–25 g)
- 150 g de lentilles ou pois chiches cuits (12 g)
- Légumes sautés à l'huile d'olive

→ Boisson : un verre de lait ou une infusion (optionnelle)

Comparatif protéines animales vs végétales (seniors et sport)

Critère	Protéines animales	Protéines végétales
Qualité	Complètes (tous les acides aminés essentiels, riche en leucine)	Souvent incomplètes (sauf soja, quinoa, chanvre)
Digestibilité	Très bonne (90–99%)	Moins bonne (70–85%), fibres ralentissent la digestion
Exemples	Viandes, poissons, œufs, produits laitiers, whey	Lentilles, pois chiches, tofu, tempeh, céréales complètes
Avantages	Stimule mieux la synthèse protéique chez les seniors	Riche en fibres, moins de graisses saturées, meilleure pour le cœur
Inconvénients	Peut être plus inflammatoire (en excès), riche en graisses saturées	Doit être bien combinée pour couvrir tous les acides aminés essentiels

Conseils pratiques pour les seniors végétariens :

- **Mélanger céréales + légumineuses** (ex : riz + lentilles, pain complet + houmous)
- Consommer des **protéines végétales concentrées** (tofu, tempeh, seitan)
- Envisager un **complément protéique** végétal (pois, riz, soja, chanvre) après l'effort