وزارة التعليم العالي و البحث العلمي

جامعة بغداد

كلية التربية البدنية و علوم الرياضة للبنات

قسم الدراسات العليا –الماجستير

مفهوم الإنزيمات ونظرياتها أهميتها وعملها خلال التدريب البدني

محاضرة تقدمت بها

الطالبات

شهد خالد , رواء جواد

أشراف

أ.د غصون ناطق عبد الحميد

١٤٤٦هـ ٢٠٢٥م

مقدمة

الانزيمات تلعب دورا محوريا في المجال الرياضي , حيث تعد من العوامل الأساسية التي تساهم في تحسين الأداء البدني والاستشفاء ألعضلي فهي تعمل كمحفزات بيولوجية تسرع التفاعلات الكيميائية داخل الجسم دون ان تستهلك مما يساعد على توفير الطاقة بسرعة وكفاءة خلال التمارين الرياضة, حيث تزداد حاجة الجسم الى الطاقة , حيث تلعب دور هام مثل الانزيمات المحللة للجلوكوز والإنزيمات المؤكسدة للدهون التي تسهم في انتاج الـ ATP , وكما ان بعض الانزيمات تساعد في إزالة الفضلات الناتجة عن التمارين مثل حامض اللاكيتك, مما يقلل من التعب العضلي ويساهم في سرعة الاستشفاء. لذا فأن فهم دور الانزيمات واستخدامها بشكل علمي يسهم في تحسين الأداء وتطوير برامج التدريب والاستشفاء.

تعريف الانزيمات

يمكن تعريف الإنزيمات على أنها بروتينات بيولوجية تعمل على تحفيز التفاعلات الكيميائية الحيوية. معظم الإنزيمات بروتينات ذات قدرات تحفيزية أساسية لأداء عمليات مختلفة. تُنفَّذ العمليات الأيضية والتفاعلات الكيميائية الأخرى في الخلية بواسطة مجموعة من الإنزيمات الضرورية لاستمرار الحياة وجد الإنزيمات في جميع أنسجة وسوائل الجسم. تُحفّز جميع التفاعلات التي تحدث في المسارات الأيضية بواسطة الإنزيمات داخل الخلايا. تُنظّم الإنزيمات الموجودة في الغشاء البلازمي عملية التحفيز في الخلايا استجابةً للإشارات الخلوية، بينما تُنظّم الإنزيمات الموجودة في الجهاز الدوري

مفهوم الانزيمات

هى بروتينات متخصصة تنتجها الخلايا لتحفيز التفاعلات المختلفة فى الجسم، إذ تنشأ من بروتين ذي تخصص عال، والإنزيم جزئ بروتينى يصنع بواسطة الخلايا ألحية وأغلب الإنزيمات تعمل داخل الخلية المنتجة لها .أنها تعمل خارج الخلايا مثل إنزيمات ألهضم كما يمكن للإنزيمات أن تعمل بصورة مستقلة كما في الخميرة ، وتبقى معظم الإنزيمات فى الخلايا التى تنتجها ولكن بعضها تتكون داخل الخلايا وتعمل بشكل مستقل عنها كما في إنزيم اللابيز الذى يفرز من البنكرياس وينتقل إلى الأمعاء الدقيقة حيث يقوم بتحليل الدهون .يحتوى الجسم على آلاف الأنواع من الإنزيمات ويؤدى كل نوع وظيفة واحدة محددة، وبدون الإنزيمات لا يتمكن الإنسان من التنفس أو الأبصار أو التحرك أو الهضم، كذلك تتم عملية التركيب الضوئى فى النباتات بالاعتماد على عمل الانزيمات .

الانزيمات تسرع التفاعلات الكيميائية في الكائنات الحية ,فالتفاعلات تحدث ببطء او لا تحدث ابدأ بدونها , ولا يغير الانزيم من التفاعلات الكيمياوية والحيوية في الخلايا ويقتصر عمله في تسريع هذه التفاعلات وتدخل الانزيمات في التفاعلات الخاصة بانتاج الطاقة فمثلا انزيم (ase ATP) يساعد في تحلل الـ ADTويحول الى(ADP).

$$ATP \xrightarrow{ATP\ ase} ADP+P$$

كما يساعد انزيم CK في إعادة بناء الـ ATP

$$ADP+CP \xrightarrow{CK} ATP+C$$

و تحتوي الإنزيمات على مركبات غير بروتينية إضافة إلى البروتين و إذا انفصلت عن البروتين تسمى الإنزيم المساعد .

تكوين الانزيمات

تتكون الانزيمات من مواد بروتينية ويرتبط البعض الآخر بجزيئات غير بروتينية لتتمكن من أداء وظيفتها وكثيرا ما تكون هذه الجزيئات غير البروتينية من المعادن (الحديد والماغنسيوم والنحاس) وتوجد بكميات ضئيلة وهي ضرورية للتفاعل ويدعى عامل مشترك او عامل مساعد والذي لا يعمل الإنزيم بدونه وتكون وبعض العوامل أيونات مشتركه ويتكون البعض الآخر من جزيئات عضوية تسمى الإنزيم المشارك أو المساعد (CO -enzymes) وعند ارتباط إنزيم مساعد فإن الوحدة تسمى بمجموعة ولأيتمكن الإنزيم المساعد ان يعمل بمفردة يتكون من العديد من الإنزيمات المساعدة من الفيتامينات وخصوصا فيتامين B، لذا لا يتمكن الإنزيم من تأدية عمله بشكل المطلوب في حال عدم احتواء الغذاء على كميات كافية من هذه الفيتامينات يشتق من الفيتامينات أو من مواد معدنية مثل النحاس والمنجنيز والخارصين والحديد وغيرها والتي تسمى بالمجموعة الإضافية التي يحتوي بعضها على ايونات لمركبات غير عضوية مثل أيون الكالسيوم والمنجنيز وغيرها ويطلق تعبير HOLOENZYME على الإنزيم الذي يتكون من جزيء بروتيني وكما يسمى APOENZYME الذي يرتبط مع مرافق إنزيم

وظائف الانزيمات

١- حفظ توازن الجسم عن طريق التحكم في تفاعلاته الكيميائية

٢-تعمل الانزيمات على تقليل كمية الطاقة اللازمة لبدء تفاعل كيميائي, وهذا يساعد في حمايتها من التعرض الى الحرارة العالية التي تؤدي الى تفكيك البروتين في الجسم .

خواص الانزيمات

- لها خواص البروتينات وتحتوى على مركز فعال واحد أو أكثر يسمى بمركز نشاط الإنزيم .
- تعمل بشكل محدد جداً .
- تؤثر عليها العوامل الفيزيائية والكيميائية وتقلل من نشاطها أو قد تزيد منه .
- تعمل باتجاهين – هدم – بناء.
- الإنزيمات أما تكون بسيطة أو مركبة والمركبة تتطلب وجود مواد غير بروتينية ترتبط بها .
- تصنع باستمرار وفي الغالب على شكل مركبات غير فعالة (pro Enzymes) وتكون مع مركبات أخرى إنزيمات فعالة.
- تعمل بشكل قصوى عند PH المتعادل وبحد معين في محيط حامضي وقاعدي.
- تتأثر بعوامل عدة (الحرارة .الأملاح. المعادن) مما يقلل من عملها الوظيفي .
- تشكل مركبات خاصة داخل الماء (تترسب او تتجزأ).
- يفقد الانزيم فاعليته في حالة تعرضه للأشعة فوق البنفسجية.

أنواع الانزيمات

١_انزيمات الأكسدة والاختزال.

تساعد على إنتاج الطاقة لغرض التقلص العضلي وجميع الوظائف تعتمد على هذه الانزيمات ،ومن أمثلتها هايدروجينز Hydroginase، أوكسيداز Oxidase.

٢_انزيمات التحلل الهيدروجيني .

غالباً تكون انزيمات هضمية (تحلل الدهون والسكر بأنواعه) ومن امثلتها انزيم اللايبيز Lipases مالتيز Maltase.

٣_انزيمات فوسفاتية:

هذا الانزيمات تضيف او تزيل المجموعة الفوسفاتية مثل فوسفاتيز phosphatase.

٤_انزيمات تضيف او تزيل co٢

مثل كاربوكسيلاز Carboxylase.

٥_انزيمات تعيد تركيب الذرات داخل الجزيئات :

مثل ميتوز Mutase

٦_ انزيمات تضيف الماءH٢O الى الجزى دون ان تحلله:

مثل الهايدرولايز Hydeolase

العوامل المؤثرة على الأنزيمات

رغم دور الأنزيمات المهم الذى يأتي بأهمية الهرمونات بالجسم فإنه يتأثر بعدة عوامل هذا يعنى إن الفرد يجب أن يفهم نظام عمل الجسم كيف له أن يتصرف وفق ما يحدث وعلى هذا الأساس سيتم توضيح أهم العوامل المؤثرة في الأنزيمات وهي :

- **قوة الهايدروجين أو الأس الهايدروجيني (PH) :** تعد قيمة الـ (PH) مؤشر لدرجة النشاطات الكيميائية داخل الجسم ولكل أنزيم درجة مثلى من الـ (PH) حيث تختلف هذه القيمة من أنزيم إلى آخر، فعلى سبيل المثال إذا زادت الحموضة عن مستوى تحمل الأنزيم فسيفقد الأنزيم عمله ومثال ذلك عند تراكم حامض اللاكتيك يؤدي لتوقف تحرير الطاقة بسبب زيادة الحامضية مما يسبب إيقاف عملية تحلل الكلايكوجين بسبب فقدان أنزيم (PEK) فوسفور فركتو كاينيز على العمل.
- **درجة الحرارة:** رغم إن ارتفاع درجة الحرارة بشكل مناسب للتفاعل يعمل على زيادة الطاقة الحيوية لجزيئي الأنزيم ومن ثم زيادة الاحتكاك بين الأنزيم والمادة الأساس مما يسبب زيادة سرعة التفاعل إلا أن ارتفاع درجة الحرارة إلى المستوى العالي الذي يفوق تحمل الأنزيم (٤٠ م) سيعمل على تحلل الأنزيم أو تلفه.

- **تأثير تركيز الأنزيم وتأثير تركيز المادة الأساس التي يعمل عليها الأنزيم**

هناك علاقة طردية بين سرعة التفاعل وزيادة تراكيز الأنزيم في حالة وجود وفرة من المادة التي يعمل عليها الأنزيم (المادة الخاضعة) فأي زيادة في تركيز أي منهما بصورة مستمرة على حساب الآخر سوف لا يؤدي إلى زيادة سرعة التفاعل.

- **الإشعاع :**– تتأثر الأنزيمات بالإشعاع والذي يؤدي إلى فقدان فعالية الأنزيم من جراء بعض الإشعاعات
- **المثبطات** :– وهذه الحالة تكمن في حالة تناقص نشاط الأنزيم أو توقفه بسبب تفاعل الجزء المعدني أو المركب العضوي المرتبط مع الأنزيم مع كثير من المواد ليكون مركب معقد .
- **المنشطات:** إن بعض الأنزيمات لا تنشط وتظل خاملة عندما لا تضاف لها مواد أخرى منشطة وهنا تساعد أيونات المنغنيز والكالسيوم والمغنيسيوم على تنشيط التفاعلات الأنزيمية وبالقدر المطلوب والمحدد للتركيز

نظريات أو فرضيات الأنزيمات

تتطلب سرعة التفاعلات البيولوجية تفاعلات الأيض الغذائي) في معظم الكائنات الحية إلى عوامل مساعدة تسمى (الأنزيمات) حيث تتطلب عملية التحفيز الأنزيمي إلى إنتاج مركب وسيط مكون من الأنزيم والمادة الأساس التي يتعامل معها لتكوين معقد الأنزيم والذي يؤثر في سرعة التفاعل ونتيجة لأهمية هذا الموضوع فقد وضعت عدة نظريات لتفسير اقتراب المادة المتفاعلة أنزيمياً من المجاميع المتخصصة في الأنزيم وإن اختلفت هذه النظريات أو الفرضيات في تسمياتها في مصادر مختلفة إلا أن مضمونها يكون واحد وكما يلي:

- **نظرية أو فرضية القفل والمفتاح فيشر**: وتقر بوجود تراكيب مكملة واحدة للأخرى بين الأنزيم والمادة الأساس بحيث تتطابق المادة الأساس في الموقع المكمل لها الموجود على الأنزيم كما يدخل المفتاح في القفل وجل عملها يكون:

أنزيم + جزيئه المادة الأساس ← معقد الأنزيم – المادة

الأساس ← معقد الأنزيم – المادة الناتجة ← الأنزيم ← جزيئه المادة الناتجة

- **النظرية أو الفرضية التوافقية (كوشلاند):** وهذه الفرضية أكثر مرونة من السابقة حيث تفترض أن التغير بشكل الموقع الفعال ليتلائم مع شكل المادة الأساس أي يمكن أن يكون مقاربا فقط لتركيب المادة الأساس وهذا هو تغيير مستوى المرونة بين الموقع الفعال والمادة الأساس.
- **نظرية أو الفرضية الجذابة:** وهي تعتمد في أساسها على طاقة التنشيط وتقر بأن هناك طاقة لحدوث التفاعل وتقر بأن جزيئه لبروتين مطاطة تسمح بالتغيرات الهيئية وذلك بتأثير الهرمونات على عمل الأنزيمات.

النشاط الرياضي والانزيمات

إن الانزيمات مهمة في تمثيل الطاقة للجسم خلال الجهد العالي الشدة ولإتمام تحلل الجلايكوجين لاأوكسجينياً يعمل انزيم (لاكتيك ديهادروجنيز) على تحويل حامض البايروفيك إلى حامض اللبنيك وحتى في حالة الراحة فإن هذا الانزيم وبسبب نشاطه العالي يحول جزء من حامض البايروفيك إلى حامض اللاكتيك وبكميات قليلة لا تزيد عن ١٠ملغم/١٠٠ملل من الدم.

–انزيم اللايبز Lipase يقوم يتحلل الدهون إلى ثلاثي الجلسيرين واحماض دهنية لاستخدامها في الطاقة في النشاطات التي تستغرق فترة طويلة.

– كما تسبب بعض الانزيمات Lipoprotein Lipase في الخلايا جلب الاحماض الدهنية إلى الخلايا العضلية لغرض استهلاكها كطاقة.

– ان العضلات تحوي على انزيمات تستطيع إزالة النتروجين من بروتين العضلة (الأحماض الامينية) وبهذا تستطيع العضلة استخدام بروتينها كمصدر للطاقة. وان مستوى الانزيمات يساعد على التسريع في استخدام البروتين كطاقة حيث يتمكن المركب غير النتروجيني الدخول في دورة كريب لإنتاج الطاقة.

-ان زيادة الحامضية أو القاعدية يحدد من قدرة الانزيم على العمل وقد تتوقف قدرة الانزيم على العمل في الجو الحامضي (عند تراكم حامض اللبنيك في العضلة عند الجهد الشديد خلال فترة قصيرة) مما يسبب توقف تحرير الطاقة بسبب إيقاف عملية تحلل الكلايكوجين الذي يحلله انزيم (PEK) حيث يتوقف عن العمل أيضا .

علاقة النشاط الرياضي بعمل الأنزيمات في الجسم

من المعروف أن التدريب في الفعاليات الرياضية لتحسين الإنجاز أو لأجل الصحة يؤدي إلى حدوث تغيرات واستجابات فسيولوجية تشمل تقريباً كل الأجهزة الداخلية للجسم مما يتطلب تكيف هذه الأجهزة الأداء ذلك الحمل البدني ويتم عن طريق تنظيم عمل هذه الأجهزة سوية خصوصاً ما يتعلق بأنظمة الجهاز العصبي والهرموني و دور الأنزيمات خصوصاً ما يتعلق منها بأنزيمات الأكسدة أو الهضم . ولفهم العلاقة بين التمرين وعمل الأنزيمات نرى وعلى سبيل المثال إن الأنزيمات الداخلة في عملية الأكسدة توجد في المايتوكندريا ولزيادة قدرة الخلايا على إنتاج (ATP) يتم زيادة عدد المايتوكندريا وبالتالي تزيد عدد أنزيمات الأكسدة وهذا ما يحدث في حالة استمرار.

تأثير الأنزيمات في الأداء الرياضي

لإنزيمات تلعب دورًا مهمًا في الأداء الرياضي، حيث تؤثر على عمليات التمثيل الغذائي وإنتاج الطاقة والتعافي العضلي. إليك بعض التأثيرات الرئيسية للإنزيمات على الرياضيين:

١ .تحسين إنتاج الطاقة

- تساعد الإنزيمات في تحطيم الكربوهيدرات، الدهون، والبروتينات لإنتاج الطاقة.
- **إنزيمات مثل الأميليز والليباز والبروتياز** تعزز امتصاص المغذيات وتحسين الأداء البدني.

٢ .زيادة كفاءة التمثيل الغذائي

- الإنزيمات الهوائية مثل **السيتوكروم أوكسيديز** تساعد في إنتاج ATP أثناء التمارين الهوائية.
- الإنزيمات اللاهوائية مثل **فوسفوفركتوكيناز (PFK)** تزيد من إنتاج الطاقة أثناء التمارين عالية الشدة.

٣ .تعزيز التعافي وتقليل الإجهاد العضلي

_إنزيمات مثل **البروتياز** تقلل الالتهابات وتساعد في إصلاح الأنسجة العضلية بعد التمارين.

_إنزيمات مثل **السوبر أكسيد ديسميوتاز (SOD)** تحمي الخلايا من الإجهاد التأكسدي وتحسن قدرة الجسم على التحمل.

٤.تحسين الهضم وامتصاص المغذيات

- يساعد وجود إنزيمات هاضمة فعالة على امتصاص البروتينات والدهون بسرعة، مما يدعم بناء العضلات واستعادة النشاط بعد التمارين.

٥.تأخير الشعور بالتعب

- تعمل إنزيمات الجهاز العضلي على تأخير تراكم حمض اللاكتيك، مما يؤخر الإحساس بالتعب أثناء التمارين المكثفة .

• الأنزيمات

تلعب الانزيمات دورا مهما ومحوريا في المجال الرياضي سواء من ناحية تحسين الأداء أو تسريع الأستشفاء العضلي, وذلك بفضل دورها في التفاعلات البيوكيميائية داخل الجسم

فكيف تؤثر الأنزيمات في الجانب البدني والاستشفاء العضلي ؟

الإنزيمات تلعب دورًا محوريًا وأساسيًا في المجال الرياضي، سواء من ناحية تحسين الأداء أو تسريع الاستشفاء العضلي، وذلك بفضل دورها في التفاعلات البيوكيميائية داخل الجسم. إليك كيف تؤثر الإنزيمات في هذين الجانبين:

اولا / تحسين الأداء الرياضي

أ. تسهيل إنتاج الطاقة:

* الإنزيمات تُسرّع التفاعلات المسؤولة عن تحويل الكربوهيدرات والدهون إلى طاقة.(ATP)

* مثال:

* إنزيم الأميليز يساعد في تكسير الكربوهيدرات إلى سكريات بسيطة.

* إنزيم الليباز يساعد في هضم الدهون إلى أحماض دهنية يمكن استخدامها كوقود.

* إنزيمات الميتوكوندريا مثل cytochrome c oxidase تُساهم في التنفس الخلوي وإنتاج. ATP

ب. تقليل تراكم حمض اللاكتيك:

- بعض الإنزيمات تُساهم في إعادة تدوير اللاكتات مثل (lactate dehydrogenase) ما يُقلل من الإحساس بالتعب أثناء التمارين عالية الشدة.

ثانيا/ تسريع الاستشفاء العضلي:

١. تقليل الالتهاب:

بعض الإنزيمات (خصوصًا البروتينية مثل البروتياز) تُستخدم كمكملات لتقليل الالتهاب الناتج عن التمارين المكثفة. إنزيمات مثل بروميلين مضادة للالتهاب وتُساعد في تخفيف التورم.

ب. إصلاح الأنسجة:

* البروتينات التي يتم تكسيرها خلال التمرين تحتاج إلى إعادة بناء. الإنزيمات تساعد في تكسير البروتينات التالفة والمساهمة في إعادة تدويرها لبناء ألياف عضلية جديدة.

ج. تحسين الهضم وامتصاص المغذيات:

* إنزيمات الهضم (مثل الأميليز، الليباز، والبروتياز) تُحسّن من امتصاص البروتينات والكربوهيدرات والدهون، مما يدعم تغذية العضلات وتسريع عملية الشفاء.

الإنزيمات في المجال الرياضي:

الرياضيون أحيانًا يستخدمون مكملات تحتوي على إنزيمات هضمية أو إنزيمات مضادة للالتهاب كمساعدات في تحسين الأداء والتعافي. يجب استخدامها بحذر وتحت إشراف مختص، خاصةً عند استخدام إنزيمات قوية.

تعمل الأنزيمات بصورة مستقلة كما في الخميرة وتبقى معظم الأنزيمات في الخلايا التي تنتجها لكن بعضها تتكون داخل الخلية وتعمل بشكل مستقل عنها كما في إنزيم اللايبز الذي يفرز من البنكرياس وينتقل الى الامعاء الدقيقة حيث يقوم بتحليل الدهون

١ –تدخل الانزيمات في التفاعلات الخاصة بإنتاج الطاقة مثال إنزيم aseATp كما يساعد إنزيم CK في إعادة بناء ال ATP

تعمل على تكسير جزيئ ثلاثي فوسفات الادينوسين ويحرر الطاقة مباشرة للعضلات .

٢_ amylase يحلل الكاربوهدرات الى سكريات بسيطة يساعد على استخدام الدهون كمصدر طاقة اثناء التمارين.

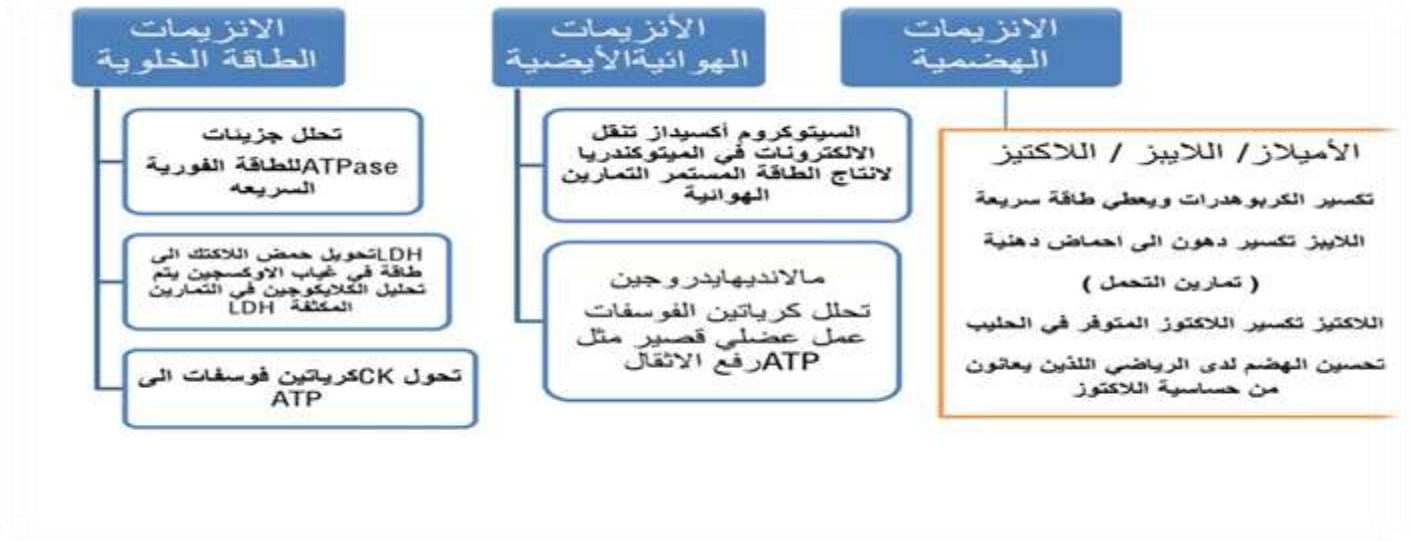
٣_LDH يحول اللاكتات الى طاقة قابلة للاستخدام ,يقلل تراكم اللاكتات ويوخر التعب العضلي .

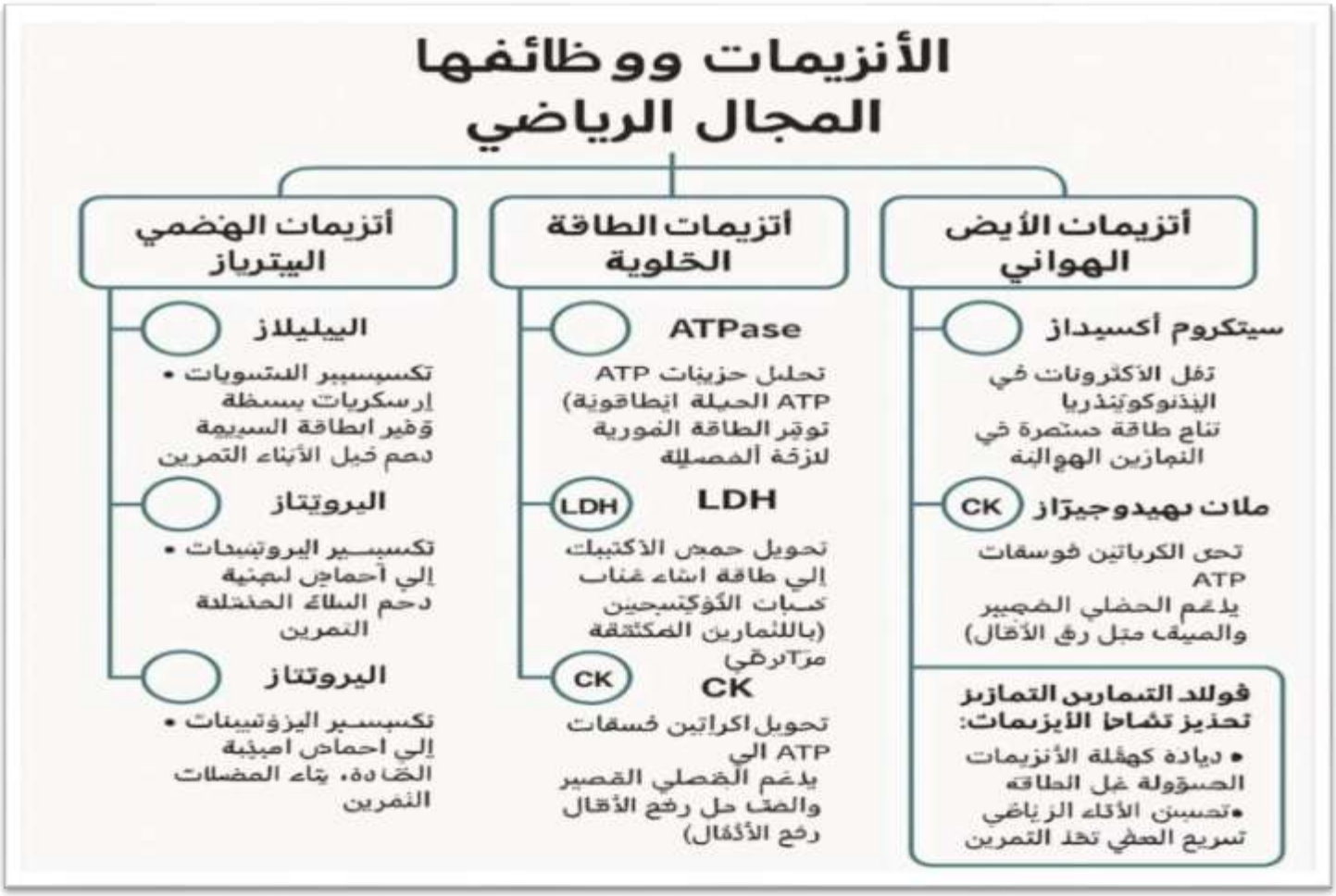
٤_CK كرياتين فوسفات لة دور حيوي في انتاج الطاقة السريعة خصوصا العضلات والدماغ.

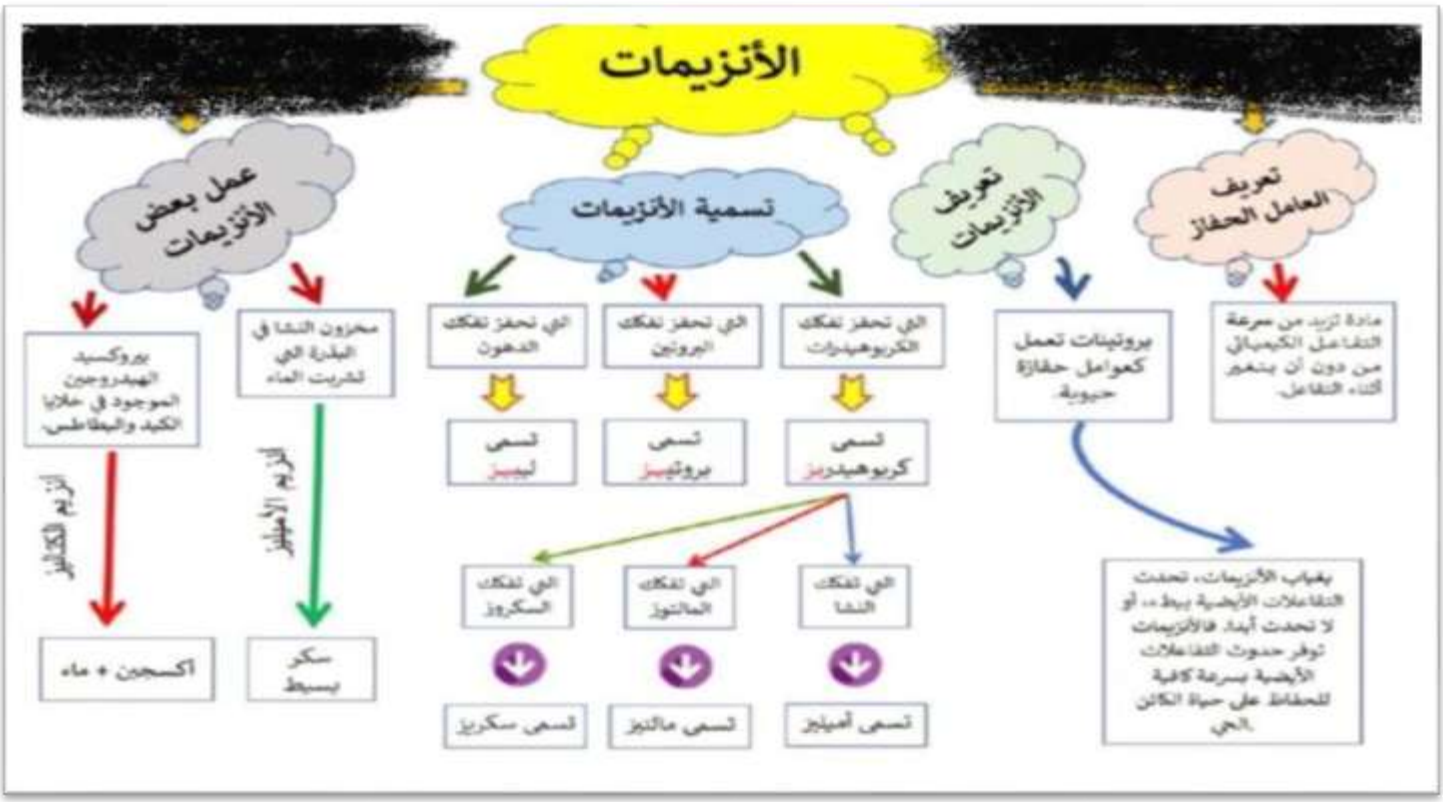
٥_creatine kinase يحول الكرياتين فوسفات الى طاقة ويدعم الجهد العضلي القصير والعنيف مثل رفع الاثقال .

س/ ماذا يعني ase؟

_ تستخدم تسمية لتدل على ان المركب هو انزيم يسرع تفاعلا كيميائا في الجسم .




الأنزيمات ووظائفها
المجال الرياضي
أتزيمات الأيض الهوائي
أتزيمات الطاقة الخلوية
أتزيمات الهضمي البترياز
سيتكروم أكسيداز
تحلل الأكترونات في البذنوكوندريا تناج طاقة مستمرة في النمارين الهوائية
ملات نهيدوجيرّاز CK
تحى الكرياتين فوسفات ATP
يدعم الحضلي الضعيف والصيف مثل رفع الأثقال)
فوللد التمارين التمازيز تحذيز تشاحا الأيزيمات:
• ديادة كهفلة الأنزيمات الصوّولة غل الطاقه
•تحسين الأداء الزياضي تسريح العضي تخذ التمرين
ATPase
تحلل حزيئات ATP ATP الحيلة ايطاقوية) توتير الطاقة الفورية لزخة ألعضلية
LDH LDH
تحويل حمض الأكتيلك إلي طاقة اشاء غناب خبات الأوكيسجين (باللنمارين المكثفة مرآترضي
CK CK
تحويل اكراتين فسفات ATP الي يدعم العضلي القصير والضّ حل رضع الأثقال رضع الأثقال)
البيليلاز
تكسيسبير التسويات • إرسكريات بسيطة وفير انطاقة السيمة دعم خيل الأبناء التمرين
اليروتيتاز
تكسيسير اليروتينات • إلي أحماض لبنية دعم البناء العضلة التمرين
اليروتتاز
تكسيسير اليزوتيينات • إلي احماض امينية الضا دة، بناء المضلات التمرين


الأنزيمات
عمل بعض الأنزيمات
تسمية الأنزيمات
تعويف الأنزيمات
تعويف العامل المحفز
بروتينات تعمل كعوامل حفازة حيوية.
مادة تزيد من سرعة التفاعل الكيميائي من دون أن يتغير أثناء التفاعل.
بغياب الأنزيمات، تحدث التفاعلات الأيضية ببط.. أو لا تحدث أبدا. فالأنزيمات توفر حدوث التفاعلات الأيضية بسرعة كافية للحفاظ على حياة الكائن الحي.
بروكسيد الهيدروجين الموجود في خلايا الكبد والبطاطس.
مخزون النشا في البذرة التي لشربت الماء
أنزيم الكتاليز
أنزيم الأميليز
أكسجين + ماء
سكر بسيط
التي تحفز تفكك الدهون
التي تحفز تفكك البروتين
التي تحفز تفكك الكربوهيدرات
تسمى ليبيز
تسمى بروتيبز
تسمى كربوهيدريز
التي تفكك السكروز
التي تفكك المالتوز
التي تفكك النشا
تسمى سكريز
تسمى مالتيز
تسمى أميليز

مصادر

١. الكبيسي, رافع صالح فتحي ، الماجدي ,عبدالرزاق جبر. (----)" **فسلجه التدريب بين المفهوم والتطبيق في المجال الرياضي**" سلسلة اصدار كلية الاسراء الجامعة رقم ١٩

٢-مقالة Important CBSE Biology Article (https://byjus.com/biology/nature-and-scope-of-biology/)

٣_ سميعة خليل (٢٠٠٨) المبادئ الفسيولوجية الرياضية .

٤- فتحي ,رافع صالح ،العلي , حسين علي (٢٠٠٨) . " نظريات وتطبيقات في علم الفسلجه الرياضية " بغداد