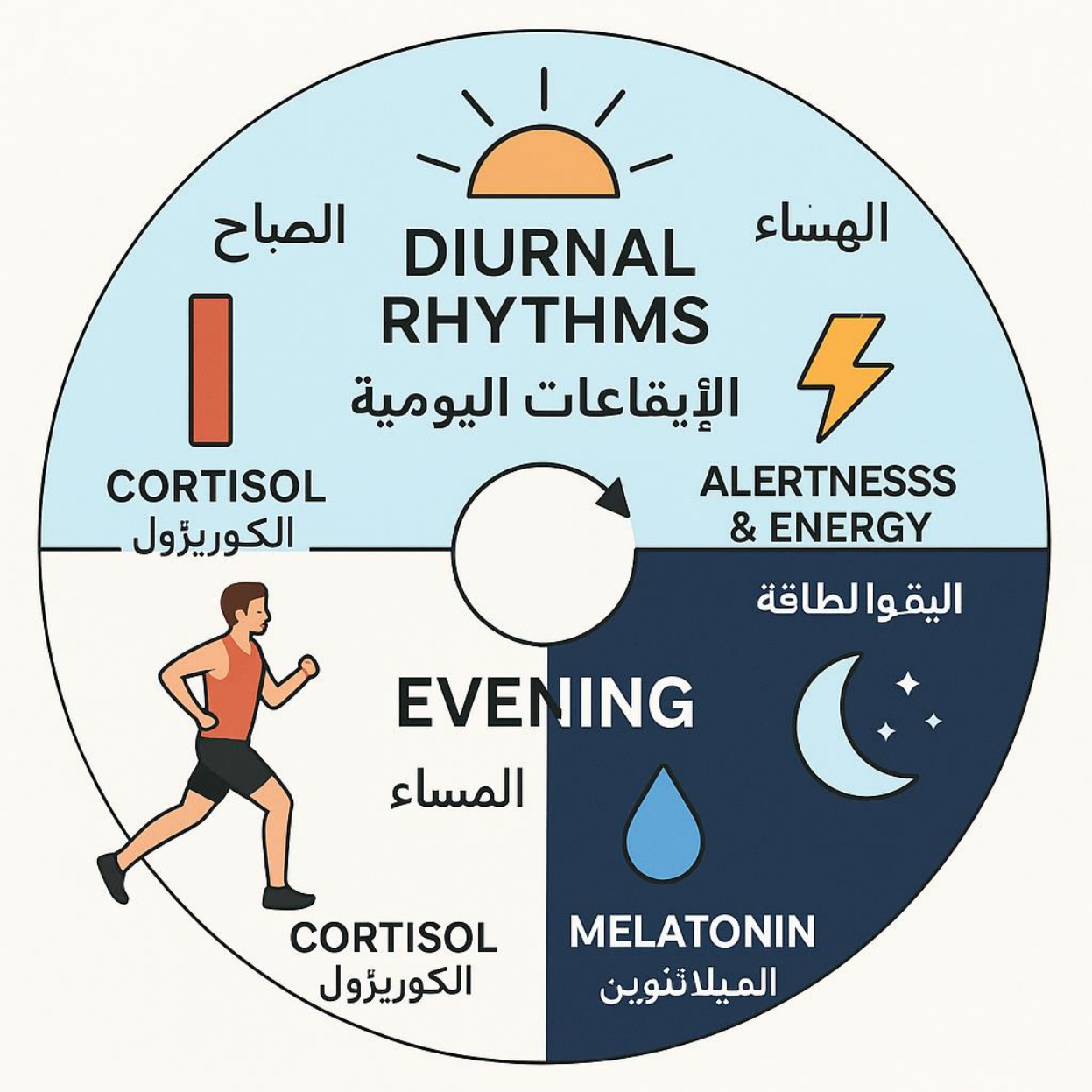
الجامعة المستنصرية

كلية التربية البدنية وعلوم الرياضة

الدراسات العليا / الدكتوراه

تأثير الإيقاع الحيوي على التكيف الوظيفي والفسيولوجي

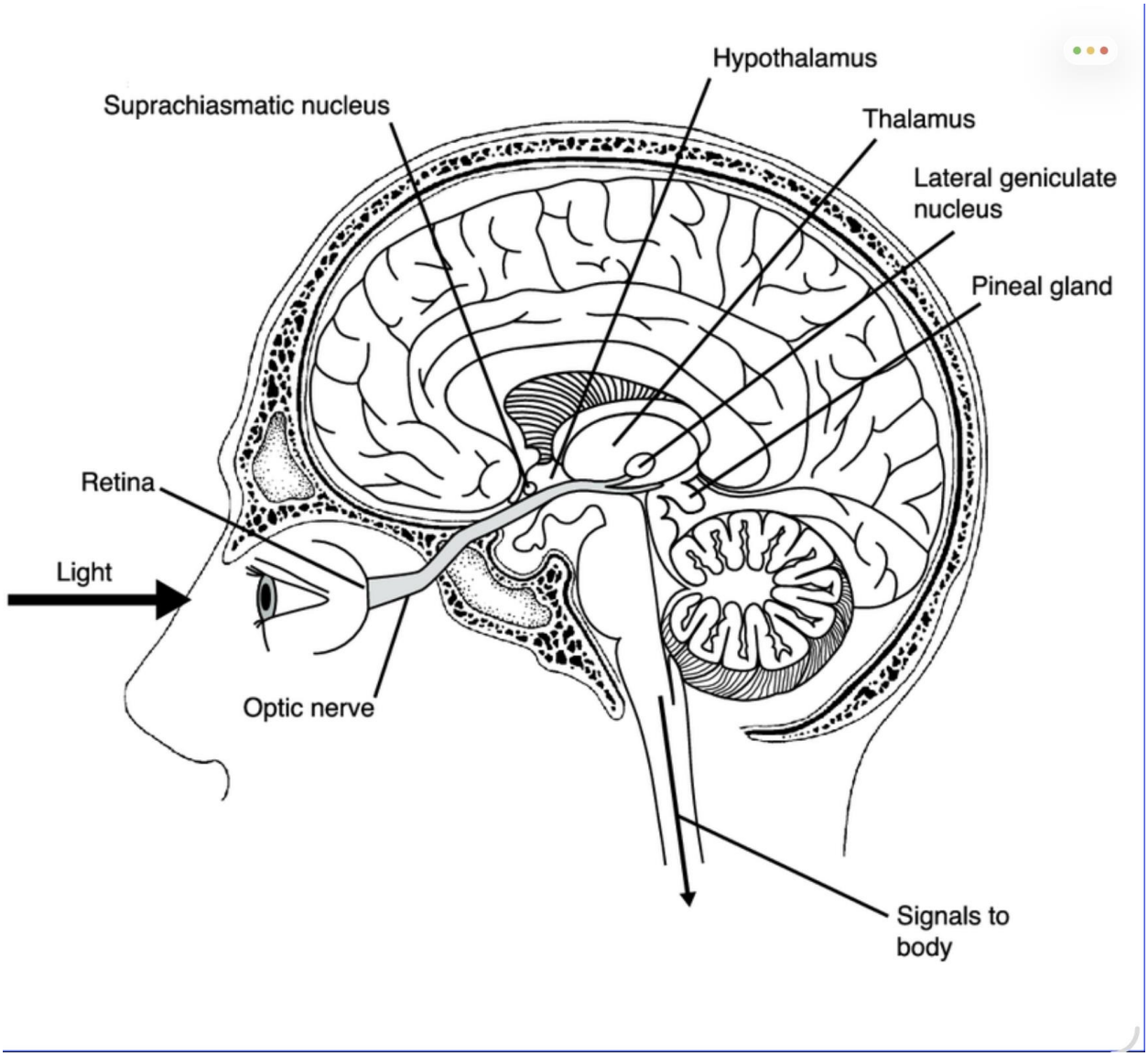


إ د. إخلاص حسين دحام معموري. ا د غصون فاضل هادي
لطلبة الدراسات العليا

(Biorhythm) أولاً: مقدمة عن مفهوم الإيقاع الحيوي

الإيقاع الحيوي هو التغير الدوري المنتظم في وظائف الجسم الفسيولوجية والنفسية خلال اليوم أو الأسبوع أو الشهر أو الموسم.

يُنظم هذا الإيقاع عبر ما يُعرف بـ الساعة البيولوجية (Biological Clock) الموجودة في منطقة الوطاء (Hypothalamus)، وتحديدًا في نواة فوق التصالب البصري (– Suprachiasmatic Nucleus SCN).



- تُظهر الصورة الدماغ من الجانب، مع تحديد الوطاء (Hypothalamus)، وتوضيح مكان نواة فوق التصالب البصري (Suprachiasmatic Nucleus – SCN) أعلى العبور البصري (Optic Chiasm).

- تشير الأسهم إلى أن الضوء الذي يدخله العين يُرسَل إشارات إلى هذه النواة.
- بعدها، من تلك النواة تُرسل إشارات تنظيمية إلى أعضاء الجسم (الأعضاء المحيطية) عبر الجهاز العصبي السمبثاوي والمسارات الهرمونية، مما ينظّم الإيقاعات

تتحكم هذه الساعة في توقيت النوم، والاستيقاظ، وإفراز الهرمونات، ودرجة حرارة الجسم، والأداء البدني، مما يجعلها محورًا رئيسًا في التكيف الفسيولوجي للتدريب.

أنواع الإيقاعات الحيوية :

النوع	المدة	أمثلة	التأثير على التدريب
الإيقاع اليومي (Circadian)	24 ساعة	النوم، إفراز الكورتيزول وهرمون النمو، درجة الحرارة	يؤثر في وقت الأداء الأمثل والتكيف
الإيقاع الأسبوعي (Circaseptan)	7 أيام تقريبًا	تقلبات في المناعة والجهد العصبي	يرتبط بفترات الراحة والتعب العضلي
الإيقاع الشهري (Circalunar)	28–30 يومًا	دورة الهرمونات الجنسية خاصة لدى الإناث	يؤثر على القوة والتحمل
الإيقاع السنوي (Circannual)	12 شهرًا	تغيرات الموسم المناخي والضوء	يحدد نمط الأداء والتحمل الحراري

آلية التحكم في الإيقاع الحيوي :

1 -(Zeitgebers) المنبهات الخارجية

-أهمها الضوء، ثم درجة الحرارة والنشاط البدني

- الضوء الصباحي يحفّز إنتاج الكورتيزول، بينما الظلام يحفّز الميلاتونين

- 2 -
المنبهات الداخلية

- .إشارات عصبية وهرمونية من الوطاء والغدة الصنوبرية

أثناء الليل ينظم دورة النوم والأداء (Pineal gland) إفراز الميلاتونين من الغدة الصنوبرية العقلي.

1- (Adrenal gland) دور الغدة الكظرية

- تفرز الكورتيزول بصورة مرتفعة صباحًا لتفعيل الجسم

- ينخفض إفرازه مساءً تمهيدًا للراحة والاستشفاء العضلي

العلاقة بين الإيقاع الحيوي والتكيف الفسيولوجي :

1.

التغيرات اليومية في الأداء

- :الأداء البدني يبلغ ذروته بين الساعة 16:00 و19:00 مساءً عندما تكون
  - .درجة حرارة الجسم في أعلى مستوياتها

- سرعة التوصيل العصبي أكبر.
- نشاط الإنزيمات العضلية الهوائية أعلى.

- الأداء العقلي والتركيز يبلغ قمته في الصباح (9:00–11:00)، ثم يتراجع قليلًا بعد الظهر.

2.

الإيقاع الحيوي وهرمونات التدريب

الهرمون	أعلى تركيز	التأثير في التكيف
الكورتيزول	الصباح الباكر	يزيد من تحلل الجليكوجين وإنتاج الطاقة
التستوستيرون	الصباح المتأخر – بعد الظهر	يعزز البناء العضلي والاستشفاء
هرمون النمو GH	أثناء النوم العميق	يدعم الترميم العضلي والبروتيني
الميلاتونين	الليل	ينظم النوم والإصلاح الخلوي

لذلك يُعد النوم الجيد والمنتظم أساسًا في الحفاظ على الإيقاع الحيوي السليم والتكيف التدريبي الفعّال.

3.

(Desynchronization) تأثير اضطراب الإيقاع الحيوي

عند اضطراب الساعة البيولوجية (مثل السفر عبر المناطق الزمنية أو السهر الطويل)، تحدث نتائج سلبية منها:

- ضعف التركيز والأداء.
- بطء الاستشفاء العضلي.
- انخفاض إنتاج الهرمونات البنائية.
- ارتفاع خطر الإصابات العضلية.

وهذا ما يُعرف بـ "إجهاد الإيقاع الحيوي – Chrono-stress".

الإيقاع الحيوي في التدريب الرياضي **:**

1. التمارين الصباحية:
   - ترفع النشاط العصبي الودي.
   - مناسبة لتدريب المهارات الدقيقة والتحمل الخفيف.
2. التمارين المسائية:
   - أعلى أداء للقوة والانفجار العضلي.
   - مناسبة للتدريب عالي الشدة أو المنافسات.
3. الراحة والنوم المنتظم:
   - يعززان عملية البناء العضلي عبر هرمون GH.
   - أي اضطراب في النوم يؤدي إلى ضعف واضح في التكيف.

التكيف الوظيفي عبر ضبط الإيقاع الحيوي **:**

- التدريب المنتظم في نفس الوقت يوميًا يعزز من تثبيت الإيقاع الداخلي.

- ضبط الإضاءة الطبيعية والاصطناعية في قاعات التدريب يساعد على تحسين استجابة الساعة البيولوجية

TimingNutrition

- الاهتمام بالوجبات الغذائية الموقّتة يحافظ على التوازن الأيضي

- يُفضل تجنب التمارين الليلية الشديدة لأنها تتداخل مع إفراز الميلاتونين والاستشفاء العضلي.

(Chrono-training) التطبيقات العلمية الحديثة **:**

- اعتماد أوقات التدريب وفق الإيقاع الهرموني الأمثل لكل نوع من التدريب:

  - تدريبات التحمل: في الصباح.
  -
  - تدريبات القوة والسرعة: في المساء.

إليك جدولًا علميًا دقيقًا يوضح أفضل أوقات التدريب خلال اليوم تبعًا لنوع النشاط (قوة – تحمل – مرونة)، استنادًا إلى الإيقاع الحيوي للإنسان والتغيرات الهرمونية ودرجة حرارة الجسم.

جدول (1): أوقات التدريب المثلى حسب نوع النشاط

نوع النشاط	الفترة الزمنية المثلى	التفسير الفسيولوجي	الفائدة المتوقعة

القوة والسرعة (Strength & Power)	من 4:00 إلى 7:00 مساءً	ارتفاع درجة حرارة الجسم، وزيادة إفراز التستوستيرون وتحسن سرعة التوصيل العصبي	أعلى إنتاج للقوة العضلية والأداء المتفجر
التحمل الهوائي (Endurance)	من 6:00 إلى 10:00 صباحًا	ارتفاع معدل الكورتيزول ومستوى الأوكسجين في الدم، وتحفيز الجهاز القلبي التنفسي	كفاءة أعلى في استخدام الطاقة وتأخير التعب
المرونة (Flexibility)	من 11:00 صباحًا إلى 2:00 ظهرًا	ارتفاع حرارة العضلات والمفاصل وازدياد ليونة الأنسجة	تقليل خطر الإصابات وتحسين مدى الحركة
التدريب المهاري أو التكنيكي (Skill Training)	من 9:00 إلى 11:00 صباحًا	أفضل مستوى للانتباه والتركيز الذهني، وثبات الإشارات العصبية الحركية	تعلم أسرع للمهارات الجديدة ودقة أعلى في الأداء
التدريب الذهني أو التأملي (Mental / Yoga / Relaxation)	من 8:00 إلى 10:00 مساءً	ارتفاع إفراز الميلاتونين وانخفاض النشاط الودي	تهدئة الجهاز العصبي وتعزيز الاستشفاء العضلي والنفسي

تحليل الجدول:

- تتغير كفاءة الأداء الرياضي مع تغير الساعة البيولوجية اليومية.
- درجة حرارة الجسم الداخلية ترتفع بعد الظهر، ما يحسن انقباض العضلات وسرعة الأعصاب.
- الصباح مثالي للأنشطة الهوائية الخفيفة لأن الجسم يكون في ذروة النشاط القلبي.
- المساء أفضل لأداء تدريبات القوة والمنافسات لزيادة النشاط العصبي العضلي.
- التدريب المتأخر جدًا (بعد 9 مساءً) قد يضعف جودة النوم ويؤثر سلبًا على التكيف الهرموني.

الفروق الفردية :

كل شخص يمتلك "نمطًا زمنيًا" خاصًا (Chronotype):

- صباحي (Morning type): أكثر نشاطًا قبل الظهر.
- مسائي (Evening type): ذروة الأداء بعد العصر.
- معرفة هذا النمط تساعد المدربين في تصميم برامج أكثر فعالية.

ما هو النمط الزمني (Chronotype)؟

هو الطابع الزمني البيولوجي لكل شخص الذي يحدد متى يكون الجسم والعقل في أعلى مستويات النشاط أو في حالة خمول.

بمعنى آخر: هو "توقيت الساعة الداخلية" التي تحدد متى تفضل أن تنام، ومتى تكون في أفضل حالات الأداء والتركيز والطاقة.

🕰️

أنواع الأنماط الزمنية الثلاثة الأساسية

النمط الزمني	وصف الشخص	وقت الذروة في الأداء	خصائص فسيولوجية
النمط الصباحي (Morning type)	يفضل الاستيقاظ والنشاط في وقت مبكر	من 6:00–11:00 صباحًا	إفراز الكورتيزول مرتفع صباحًا، درجة حرارة الجسم ترتفع مبكرًا
النمط المسائي (Evening type)	يستيقظ متأخرًا ويكون أكثر نشاطًا ليلًا	من 4:00–9:00 مساءً	إفراز الميلاتونين يتأخر، والحرارة ترتفع مساءً
النمط المتوسط (Intermediate type)	توازن بين النشاط الصباحي والمسائي	من 10:00 صباحًا – 4:00 عصرًا	ساعة بيولوجية معتدلة وتكيف سريع

كيف يتكوّن النمط الزمني؟

يتحدد من خلال ثلاثة عوامل رئيسية:

1. العامل الوراثي:

- الجينات مثل PER3 وCLOCK وBMAL1 تؤثر في توقيت الإيقاع الحيوي.
- هناك استعداد وراثي لتفضيل الصباح أو المساء لذلك.

2. العمر:

- الأطفال والمراهقون يميلون إلى النمط المسائي.

- البالغون في منتصف العمر يصبحون أكثر صباحيين.
- كبار السن يميلون إلى الاستيقاظ المبكر والنوم المبكر.

3. البيئة والعادات:

- الإضاءة، طبيعة العمل، النظام الغذائي، والنوم تؤثر على ضبط الإيقاع الحيوي.

العلاقة بين النمط الزمني والتكيف الفسيولوجي

- النمط الصباحي:
يستجيب بسرعة للتدريب الصباحي، ويتحمل الجهد في الأجواء الباردة، ويُظهر انتظامًا هرمونيًا أفضل.
➤ مناسب لتدريبات التحمل والمهارة الدقيقة.

- النمط المسائي:
يتميز بقوة عضلية أعلى ومعدل أيض مرتفع في المساء.
➤ مناسب لتدريبات القوة والانفجار العضلي والمنافسات.

- النمط المتوسط:
يتكيف مع أي وقت تدريب، خصوصًا في برامج طويلة المدى.
➤ مناسب للمدربين واللاعبين الذين يتنقلون بين فترات تدريب مختلفة.

أهمية معرفة النمط الزمني في التدريب الرياضي

1. تحسين الأداء:

عند التمرين في الوقت الذي يتوافق مع النمط الزمني الخاص بك، تكون كفاءة الجهاز العصبي والعضلي في ذروتها.

2. الوقاية من الإجهاد:

. التمرين في وقت غير مناسب بيولوجيًا يزيد من هرمون الكورتيزول ويفاقم التعب

3. تسريع التكيف:

. التزام الرياضي بجدول تدريب متوافق مع ساعته الداخلية يعزز الاستشفاء العضلي وتنظيم النوم

4. الاستعداد للمنافسات:

بعض المدربين يستخدمون "إعادة ضبط الساعة البيولوجية" قبل البطولات عبر تغيير أوقات النوم والتغذية تدريجيًا.

كيف يمكن تحديد النمط الزمني؟

يمكن استخدام أدوات علمية مثل:

- Morningness–Eveningness Questionnaire (MEQ)

أي — (Chronotype) وهو اختبار نفسي-فسيولوجي صُمم لتحديد النمط الزمني لكل شخص ما إذا كان الإنسان أكثر نشاطًا في الصباح أم في المساء

ويتكون من 19 سؤال

- Munich Chronotype Questionnaire (MCTQ)

وهو أداة علمية أحدث وأكثر دقة من الاختبارالسابق طوّرها الباحث الألماني وزملاؤه في جامعة ميونخ لتحديد النمط الزمني لكل شخص بناءً على سلوك النوم الفعلي وليس على التفضيلات فقط أو ببساطة مراقبة:وقت الذروة في النشاط البدني اليومي وتوقيت النوم والاستيقاظ الطبيعي مستوى التركيز خلال اليوم بدون منبّهو

هو استبيان بحثي يستخدم لتقييم توقيت النوم والاستيقاظ الفعلي خلال أيام العمل وأيام العطل، من أجل تحديد التوقيت الداخلي للساعة البيولوجية عند كل شخص.

بمعنى آخر، يقيس "متى يختار جسمك أن ينام ويستيقظ طبيعيًا" وليس فقط "متى تفضل أن تكون نشيطًا".

🕰️ ما الذي يقيسه الاستبيان :

يركّز MCTQ على الجوانب التالية:

البند	ما يتم قياسه	لماذا هو مهم
وقت النوم في أيام العمل	ساعة الخلود إلى النوم فعليًا	يوضح تأثير الالتزامات اليومية
وقت الاستيقاظ في أيام العمل	ساعة الاستيقاظ الطبيعي أو الإجباري	يبين مدى "الضغط الاجتماعي" على النوم
وقت النوم في عطلة نهاية الأسبوع	يعكس الساعة البيولوجية الحرة بدون التزامات	يُستخدم لتقدير النمط الزمني الحقيقي
وقت الاستيقاظ في العطلة	يوضح التوقيت الطبيعي للجسم بدون منبّه	يحدد نقطة المنتصف في دورة النوم

(MSF) النتيجة الأساسية – منتصف النوم الحر :

من أهم نتائج هذا الاستبيان مفهوم يُسمى منتصف النوم الحروهو النقطة الزمنية التي تقع في منتصف فترة نوم الشخص عندما لا يكون مُقيّدًا بالعمل أو الدراسة مثلا أيام العطل.

مثال:إذا كنتِ تنام في العطلة من الساعة 12 منتصف الليل حتى 8 صباحًا، فإن منتصف النوم هو الساعة 4 صباحًا.

هذه النقطة تمثل توقيعك الزمني البيولوجي (Biological Signature).

MCTQ تصنيف الأنماط الزمنية وفق :

التوصيف	النمط الزمني المحتمل	منتصف النوم (**MSF**)
ينام ويستيقظ مبكرًا	صباحي (Early Chronotype)	قبل 3:30 فجرًا
نمط متوازن	متوسط (Intermediate)	بين 3:30 – 5:30 فجرًا
ينام متأخرًا ويستيقظ متأخرًا	مسائي (Late Chronotype)	بعد 5:30 فجرًا

في التدريب والتكيف الفسيولوجي **MCTQ** أهمية :

1. تحديد الوقت الأمثل للتدريب:

a. الرياضي الصباحي يفضّل التدريب في الصباح لتحقيق أفضل أداء.

b. الرياضي المسائي يحقق أقصى إنجاز بعد العصر أو المساء.

2- تحسين الاستشفاء العضلي

-معرفة نمط النوم تساعد في ضبط أوقات الراحة والهرمونات

(والميلاتونين GH).

3-(Jet Lag) تقليل اضطراب السفر

c. يمكن من خلاله ضبط التوقيت التدريبي والتغذوي عند السفر بين مناطق زمنية مختلفة.

4- (Chrono-Training) تصميم برامج شخصية للتدريب

d. تحديد مواعيد التغذية والنوم والتدريب بدقة وفق النمط الزمني لكل لاعب.

الفرق بين MCTQ و MEQ :

البند	MEQ	MCTQ
نوع الأسئلة	تعتمد على تفضيلاتك الشخصية (هل تفضل الصباح أم المساء)	تعتمد على سلوكك الواقعي (متى تنام فعليًا)
النتيجة	تعطي تصنيفًا عامًا (صباحي – مسائي)	تعطي وقتًا دقيقًا (منتصف النوم بالساعة)
الدقة العلمية	جيدة	أعلى ودقيقة جدًا
الاستخدام	سهل في الأبحاث العامة	مثالي للأبحاث الرياضية والسريرية

الخاتمة :

الإيقاع الحيوي هو الأساس الزمني للتكيف الفسيولوجي.

أي خلل فيه يؤدي إلى ضعف الأداء، أما ضبطه علميًا فيؤدي إلى تحسين كبير في الكفاءة البدنية، الاستشفاء العضلي، والوظائف العصبية.

إدارة التدريب وفق الإيقاع الحيوي تمثل اتجاهًا حديثًا في فسيولوجيا التدريب الرياضي يُعرف بـ Chronophysiology of Exercise.

المراجع العلمية

1. Atkinson, G., & Reilly, T. (1996). Circadian variation in sports performance. Sports Medicine, 21(4), 292–312.

2. Chtourou, H., & Souissi, N. (2012). The effect of training at a specific time of day: A review. Journal of Strength and Conditioning Research, 26(7), 1984–2005.

3. Waterhouse, J., et al. (2005). Chronobiology and the circadian rhythms of exercise performance: Implications for training. Biological Rhythm Research, 36(1–2), 57–72.

4. Buxton, O. M., & Marcelli, E. (2010). Short and long sleep are associated with poor performance and slow recovery in athletes. Sleep, 33(5), 605–612.

5. Souissi, N., et al. (2013). Effects of time-of-day and partial sleep deprivation on short-term maximal performances. Biological Rhythm Research, 44(6), 869–875.

6. Roenneberg, T., et al. (2003). Life between clocks: Daily temporal patterns of human chronotypes. Journal of Biological Rhythms, 18(1), 80–90.

7. Roenneberg, T., Wirz-Justice, A., & Merrow, M. (2005). The human circadian clock entrains to sun time. Current Biology, 15(17), R741–R745.

8. Wittmann, M., Dinich, J., Merrow, M., & Roenneberg, T. (2006). Social jetlag: Misalignment of biological and social time. Chronobiology International, 23(1–2), 497–509.