تأثير التمارين الرياضية على الجهاز المناعي

م.م. نور محسن جواد ، م.م. حنا عبد الكريم حسين

العراق/جامعة بابل/ كلية العلوم/ قسم علوم الحياة ، العراق/جامعة بابل/ كلية العلوم/ قسم علوم الحياة

sci.hanna.hussein@uobabylon.edu.iq

sci.noor.muhsen@uobabylon.edu.iq

الملخص

الأنشطة البدنية والتمارين الرياضية لها فوائد جمة على صحة الإنسان، بما في ذلك تعزيز وظائف الجهاز المناعي. فالنشاط البدني المنتظم يُساهم في تحسين صحة القلب والأوعية الدموية، وتقوية العظام والمفاصل، وتنظيم مستويات السكر في الدم، وتعزيز الصحة العقلية، والوقاية من الأمراض المزمنة. هناك فرق بين النشاط البدني والتمارين الرياضية؛ فالنشاط البدني يشمل أي حركة للجسم، بينما التمارين الرياضية هي أنشطة مُنظمة ومخططة تهدف إلى تحسين اللياقة البدنية. تُصنف الأنشطة البدنية بناءً على التكرار والمدة والشدة، وتُقاس الشدة بكمية استهلاك الطاقة أو الأكسجين. التمارين الرياضية المعتدلة تُعزز وظائف الجهاز المناعي، بينما التمارين الشاقة قد تُؤدي إلى كبت مؤقت في وظائف المناعة. كما أن للميوكينات، وهي جزيئات تُنتجها العضلات أثناء الانقباض، دورًا هامًا في تنظيم وظائف الجهاز المناعي، حيث تُعزز التمارين الرياضية إفرازها. بالإضافة إلى ذلك، تُؤثر التمارين الرياضية على مستقبلات شبيهة التول (TLRs) وهرمون الكورتيزول، وكلاهما يلعب دورًا في وظائف المناعة. ومع ذلك، فإن الإفراط في التمارين قد يؤدي إلى كبت مناعي مؤقت، مما يستدعي تحقيق توازن بين التمارين والراحة للحفاظ على صحة الجهاز المناعي. لذلك، يُنصح بممارسة التمارين الرياضية بانتظام وباعتدال للحفاظ على صحة جيدة، مع مراعاة الحصول على قسط كافٍ من الراحة وتناول نظام غذائي صحي ومتوازن.

الكلمات المفتاحية: المناعة، التمارين الرياضية، النشاط البدني، ميوكينات وهرمون الكورتيزول.

المقدمة

في السنوات الأخيرة، بدأ عدد متزايد من الأشخاص في ممارسة التمارين الرياضية بانتظام، معتقدين أن ذلك لا يعزز اللياقة البدنية فحسب، بل يقوي أيضًا الصحة العامة ويحسن مقاومة الأمراض. وقد أكدت الأبحاث العلمية هذا الاعتقاد، حيث أظهرت أن الأشخاص الذين يمارسون الرياضة بانتظام يتمتعون بجهاز مناعي أقوى. ولكن كيف تعمل التمارين الرياضية على تعزيز وظيفة الجهاز المناعي؟ في وقت مبكر من عام ١٩٠٢، لاحظ العلماء ارتفاع عدد كريات الدم البيضاء استجابةً للنشاط البدني، خاصةً لدى عدّائي الماراثون (1).حيث أن التمارين الرياضية تعود بفوائد كبيرة على الجهاز القلبي الوعائي والجهاز العضلي الهيكلي والجهاز المناعي (2). ترتبط تأثيرات التمارين الرياضية على الاستجابة المناعية المعدّلة بنوع المحفز المستخدم، مع الأخذ في الاعتبار مدة التمرين وكثافته وتكراره، سواء في الحالات الفسيولوجية أو المرضية (3) ومن الجدير بالذكر أن الاستجابة الحادة (أثناء التمرين أو بعده مباشرة) للتمارين عالية الشدة تؤدي إلى تثبيط مؤقت للجهاز المناعي، مما يجعل الأفراد أكثر عرضة للإصابة بالعدوى الفيروسية والبكتيرية (4)، بالإضافة إلى احتمال إعادة تنشيط الفيروسات الكامنة. في المقابل، فإن ممارسة التمارين الرياضية لفترات طويلة تؤدي إلى تكيف مناعي مزمن، مما يعزز دفاعات الجهاز المناعي ضد الكائنات الحية الدقيقة والممرضات (5). لا يقتصر تأثير التمارين على تعزيز وظائف الأعضاء المناعية فحسب، بل إنه يعزز أيضًا نشاط الخلايا المناعية والعوامل المناعية، كما يقلل من مؤشرات الالتهاب مثل السيستاتيناز-٣، ونازع هيدروجين اللاكتات، وأكسيد النيتريك، إضافةً إلى السيتوكينات الالتهابية مثل إنترلوكينβ1-(IL) ، و6-IL، و8-IL، وعامل نخر الورم ألفا (TNF-α) (٦).

الأنشطة البدنية والتمارين الرياضية

منذ اليونان القديمة، كان يُعتقد أن التمارين الرياضية تُعزز صحة الإنسان. وقد شهد علم التمارين الرياضية تطورًا كبيرًا خلال القرن التاسع عشر، خاصة في مختلف الجامعات في بريطانيا العظمى. في ذلك الوقت، لم يكن الهدف الأساسي للتمارين الرياضية هو تعزيز الصحة. بل كان التأثير المفيد الذي يُروج له بشكل واسع هو تأثيرها على التشكيل الأخلاقي، تماشيًا مع القول المأثور: "العقل السليم في الجسم السليم". وحتى يومنا هذا، تزداد أهمية التمارين الرياضية في تعزيز الصحة، خاصة في الدول الصناعية حول العالم(7) .

- **الفوائد الصحية** :تُعزز الأنشطة البدنية والتمارين الرياضية صحة الجسم بشكل عام، بما في ذلك صحة القلب والأوعية الدموية، والعظام، والتمثيل الغذائي، والصحة العقلية. كما تُقلل من خطر الإصابة بالعديد من الأمراض المزمنة (9–8).
- **الفرق بين النشاط البدني والتمارين الرياضية** :النشاط البدني هو أي حركة للجسم ناتجة عن انقباض العضلات الهيكلية وتؤدي إلى زيادة في استهلاك الطاقة. أما التمارين الرياضية فهي أنشطة بدنية منظمة ومخططة ومتكررة تهدف إلى تحسين مكونات اللياقة البدنية (10).
- **مكونات اللياقة البدنية** :تشمل اللياقة البدنية مكونات مثل قوة العضلات، والمرونة، والسرعة، ونسبة الدهون في الجسم، بالإضافة إلى صحة القلب والأوعية الدموية والجهاز التنفسي (8).
- **تصنيف الأنشطة البدنية** :تُصنف الأنشطة البدنية بناءً على التكرار، والمدة، والشدة. تُقاس الشدة بكمية استهلاك الطاقة أو الأكسجين أثناء النشاط (9).

أظهرت العديد من الدراسات أن التمارين ذات الشدة المعتدلة توفر تأثيرًا إيجابيًا على الصحة. فهي تُقلل من خطر العديد من الأمراض التنكسية المزمنة ومعدل الوفيات المرتبط بها. وفي بعض الأمراض المزمنة، يعتمد نجاح وصفة التمارين في تقليل الخطر أو علاج المرض بشكل كبير على الجرعة الفردية لكل حالة. غالبًا ما تقع هذه الجرعات الفردية ضمن نطاق الشدة المعتدلة. النشاط البدني والتمارين الرياضية هي واحدة من العوامل العديدة التي تؤثر على الجهاز المناعي. ومع ذلك، فإن تأثيرها على وظيفة الجهاز المناعي وخطر العدوى لا يزال موضوعًا مثيرًا للاهتمام ومجالًا للبحث المتطور(11).

فسيولوجيا الجهاز المناعي

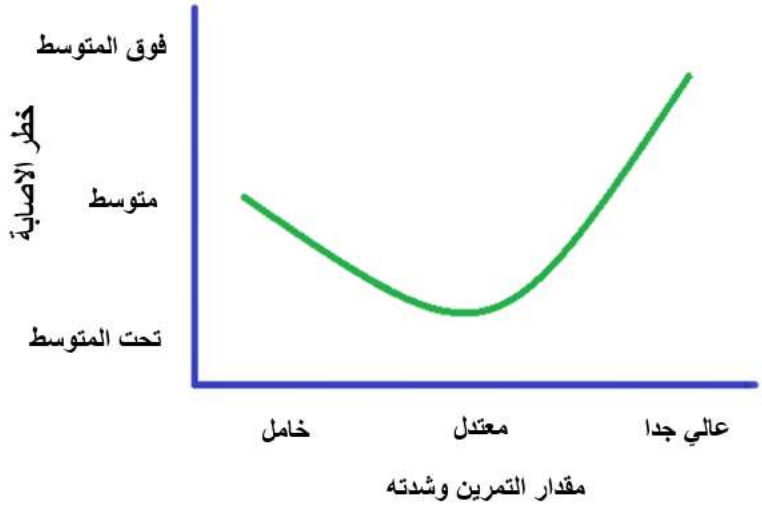
الجهاز المناعي هو نظام الدفاع المعقد في الجسم، يحمي الجسم من المواد الغريبة والجراثيم الضارة. يتكون من شبكة من الخلايا والأنسجة والأعضاء التي تعمل بتناسق لحماية الجسم. تشمل مكوناته الرئيسية الأعضاء مثل نخاع العظم والغدة الزعترية والطحال والعقد الليمفاوية، والخلايا مثل الخلايا الليمفاوية (البائية والتائية) والخلايا البلعمية والخلايا القاتلة الطبيعية، بالإضافة إلى الجزيئات مثل الأجسام المضادة والسيتوكينات والبروتينات المكملة. يعمل الجهاز المناعي من خلال التعرف على الجسم الغريب، وتنشيط الخلايا المناعية، ومهاجمة الجسم الغريب، وتكوين ذاكرة مناعية. هناك نوعان رئيسيان من المناعة: الفطرية (الموجودة منذ الولادة) والمكتسبة (التي تتطور بمرور الوقت). عوامل مثل العمر والتغذية والنوم والتمارين الرياضية والإجهاد تؤثر على صحة الجهاز المناعي. لتعزيز صحة الجهاز المناعي، يُنصح بتناول الأطعمة الصحية، والحصول على قسط كافٍ من النوم، وممارسة الرياضة بانتظام، وتجنب الإجهاد(11–8).

التمارين الرياضية والمناعة

بشكل عام، تُعرّف التمارين الرياضي (كجزء من النشاط البدني PA) بأنها سلوك مخطط ومنظم يهدف إلى تحسين نتائج محددة للصحة والأداء البدني، مثل القدرة الوظيفية أو اللياقة القلبية التنفسية. يمكن تصنيف التمارين إلى أربعة أنواع فرعية: المقاومة، التحمل، التمارين الإدراكية (دمج بين الإدراك والتمارين) والحركات النمطية (16–17). تمارين المقاومة والتحمل والتمارين الإدراكية تُعتبر محفزات للجسم تؤثر بشكل كبير على أنسجة العضلات الهيكلية والجهاز العصبي، مما يؤدي إلى نمط مناعي أكثر شباباً. على النقيض من ذلك، ترتبط تمارين الحركات النمطية ببرنامج حركي في الجهاز العصبي المركزي وتؤدي إلى تغييرات غير كبيرة نسبيًا في فسيولوجيا العضلات (18–19)

توصي منظمة الصحة العالمية بالنشاط البدني المنتظم (20) بسبب العلاقة المثبتة بينه وبين زيادة العمر المتوقع، كنتيجة لتقليل خطر الإصابة بأمراض القلب والأوعية الدموية، الأمراض التنكسية العصبية، داء السكري من النوع ٢، متلازمة التمثيل الغذائي، ارتفاع ضغط الدم، الأمراض المعدية والسرطان (21–24).

بناءً على منحنى J (العلاقة بين النشاط البدني وأمراض الجهاز التنفسي المعدية)، تم ملاحظة أن الشخص الذي يشارك في أنشطة معتدلة ومنتظمة مثل الرياضات العامة، يكون أقل عرضة للإصابة بالعدوى التنفسية مقارنةً بالأشخاص الخاملين. من ناحية أخرى، تزداد احتمالية الإصابة بالعدوى لدى الرياضيين الذين يمارسون أنشطة رياضية مكثفة جداً(25).



الشكل ١: نموذج المنحنى J الذي اقترحه نييمانNieman يُظهر أن الأشخاص ذوي نمط الحياة الخامل لديهم خطر متوسط من الإصابة بعدوى الجهاز التنفسي العلوي، بينما الأشخاص الذين يمارسون التمرين المعتدل لديهم خطر أقل. من ناحية

أخرى، فإن الأشخاص الذين يمارسون تمارين عالية الكثافة وكمية كبيرة من التمرين لديهم خطر أعلى مقارنة بالأشخاص ذوي نمط الحياة الخامل (٥).

إحدى الآليات المقترحة لزيادة الأمراض المعدية، خاصة عدوى الجهاز التنفسي لدى الرياضيين، هي الغلوبولين المناعي الإفرازي(26).

يُعتبر الغلوبولين المناعي (IgA) A أحد أهم الأجسام المضادة وحاجز الدفاع ضد مسببات الأمراض في الجهاز المناعي. مع زيادة هذا الجسم المضاد تحت تأثير النشاط البدني، تتحسن وظيفة الجهاز المناعي، وتفعيل نظام المكملات وإطلاق المنتجات الفعالة في الالتهابات يلعب دورًا مهمًا في تحسين عملية الالتهاب والتعامل مع العدوى المحلية، يعمل الغلوبولين المناعي A على منع ربط مسببات الأمراض، مثل الفيروسات والبكتيريا، بالخلايا المخاطية ومنع اختراقها للطبقات العميقة من الأنسجة (27).

على العكس من ذلك، فإن أحد العوامل التي تسبب تغييرات في المؤشرات المتعلقة بالجهاز المناعي هو زيادة الكورتيزول، يصل إفراز الغلوبولين المناعي A إلى ذروته عندما يكون إفراز الكورتيزول منخفضًا، والعكس صحيح. قد تُعزز الزيادات الصغيرة في الكورتيزول البلازمي الاستجابات المناعية، بينما يكون لتركيزات هذا الهرمون المرتفعة تأثير مثبط. عند مستويات عالية، يؤدي الكورتيزول إلى تفعيل إنزيم داخلي يعتمد على الكالسيوم، مما يؤدي إلى موت غير مكتمل للخلايا التيموسية وعلى النقيض، فإن الكميات المنخفضة من الكورتيزول تُعزز الاستجابات التكاثرية وإنتاج الخلايا الليمفاوية (26).

يتبع الكورتيزول ومستويات الغلوبولين المناعي A عادة إيقاعًا يوميًا. تركيز الكورتيزول في البلازما يزيد بعد منتصف الليل بقليل ويصل إلى ذروته في حوالي الساعة ٦–٨ صباحًا. إفراز الغلوبولين المناعي A يتقلب بشكل طبيعي على مدار اليوم، حيث يكون مرتفعًا في الليل ويصل إلى أدنى مستوياته في الصباح الباكر، تشير التقارير إلى أن أحد تأثيرات هرمون الكورتيزول هو إضعاف الجهاز المناعي. تم الإبلاغ عن هذا التأثير عندما يكون ارتفاع الكورتيزول ناتجًا عن الخمول وانخفاض النشاط البدني .(29–28) بالإضافة إلى ذلك، تم الإبلاغ أحيانًا عن تثبيط الجهاز المناعي للجسم (من خلال قياس العوامل المرتبطة بالجهاز المناعي وخطر الإصابة بالأمراض المعدية والفيروسية) نتيجة التمارين المكثفة في الصباح. ويُعد أحد أسباب هذا التأثير هو المستويات المرتفعة من الكورتيزول أثناء وبعد النشاط البدني، حيث تؤثر زيادة مستوى هذا الهرمون على الخلايا الليمفاوية B ، مما يقلل إنتاج الغلوبيوليينات المناعية. ومع ذلك، فإن المشاركة في التمارين الصباحية لمدة ٨ أسابيع أدت إلى زيادة مستويات الغلوبولين المناعي A في المصل لدى المشاركين (30).

تأثير التمارين الرياضية على الجهاز المناعي ومستقبلات شبيهة التول Toll Like Receptors

- **التأثيرات المضادة للالتهابات** :تقلل التمارين الرياضية من استقطاب الخلايا المناعية الالتهابية وتعزز إفراز السيتوكينات المضادة للالتهابات، مما يساهم في تقليل الالتهابات المزمنة (31).
- **مستقبلات شبيهة التول (TLRs)**: تلعب TLRs دورًا حيويًا في التعرف على مسببات الأمراض وتفعيل الاستجابة المناعية الفطرية. ومع ذلك، يمكن أن يؤدي النشاط البدني المفرط إلى تغيير تعبير TLRs ويسبب كبتًا مناعيًا مؤقتًا (32).
- **تأثير التمرين على TLRs**: يُلاحظ أن تعبير TLRs على المستوى الخلوي يقل بعد التمارين الحادة والمستمرة على المدى الطويل، مما قد يزيد من خطر الإصابة بالعدوى لدى الرياضيين(33).

بشكل عام، للتمارين الرياضية فوائد جمة على صحة الجسم، بما في ذلك تقليل الالتهابات وتعزيز وظائف الجهاز المناعي. ومع ذلك، يجب أن نضع في الاعتبار أن التمارين المفرطة قد تؤدي إلى كبت مناعي مؤقت وزيادة خطر الإصابة بالعدوى. لذا، يُنصح بممارسة التمارين الرياضية باعتدال والحرص على الحصول على قسط كافٍ من الراحة لتجنب الآثار السلبية المحتملة على الجهاز المناعي (34).

التمارين الرياضية، الميوكينات والجهاز المناعي

- **التأثيرات الإيجابية** :تُعزز التمارين الرياضية وظائف الجهاز المناعي من خلال إفراز الميوكينات، وهي جزيئات بروتينية تُنتجها العضلات أثناء الانقباض.
- **الميوكينات** :تلعب الميوكينات مثل IL-6 و IL-10 و IL-1ra دورًا هامًا في الوساطة في الفوائد الصحية للتمارين الرياضية.
- **الخمول البدني** :يُضعف الخمول البدني استجابة الميوكينات وقد يُفسر العلاقة بين السلوك الخامل والأمراض المزمنة، بما في ذلك أمراض الجهاز المناعي.
- **آليات العمل** :تُقلل الميوكينات من تلف الجهاز المناعي من خلال التأثير على التحكم في التهاب الأنسجة الدهنية، كما تُساهم في تقوية الجهاز المناعي عن طريق زيادة إفراز بعض الميوكينات مثل IL-10

هناك حاجة إلى مزيد من الدراسات التفصيلية لفهم آليات عمل الميوكينات وتأثيرها على الجهاز المناعي، خاصةً مع تدريب المقاومة (30).

المصـــــــــــادر

1- Brines, R., Hoffman-Goetz, L., & Pedersen, B. K. (1996). Can you exercise to make your immune system fitter?. Immunology today, 17(6), 252-254.

2- Balogh, L., Szabó, K., Pucsok, J. M., Jámbor, I., Gyetvai, Á., Mile, M., ... & Papp, G. (2022). The effect of aerobic exercise and low-impact pilates workout on the adaptive immune system. Journal of Clinical Medicine, 11(22), 6814.

3- Elia, J., & Kane, S. (2018). Adult inflammatory bowel disease, physical rehabilitation, and structured exercise. Inflammatory Bowel Diseases, 24(12), 2543-2549.

4- Wolach, B. A. R. U. C. H., Gavrieli, R. O. N. I. T., Ben-Dror, S. G., Zigel, L., Eliakim, A., & Falk, B. (2005). Transient decrease of neutrophil chemotaxis following aerobic exercise. Medicine and science in sports and exercise, 37(6), 949-954.

5- Nieman, D. C. (1999). Exercise, infection, and immunity: practical applications. Committee on Military Nutrition Research, Institute of Medicine. Military strategies for sustainment of nutrition and immune function in the field. Washington: National Academies Press (US).

6- Costanti-Nascimento, A. C., Brelaz-Abreu, L., Bragança-Jardim, E., Pereira, W. D. O., Camara, N. O. S., & Amano, M. T. (2023). Physical exercise as a friend not a foe in acute kidney diseases through immune system modulation. Frontiers in Immunology, 14, 1212163.

7- Hale, T. (2004). Exercise physiology: a thematic approach (Vol. 4). John Wiley & Sons.

8- Miles, L. (2007). Physical activity and health. Nutrition bulletin, 32(4), 314-363.

9- Warburton, D. E., Charlesworth, S., Ivey, A., Nettlefold, L., & Bredin, S. S. (2010). A systematic review of the evidence for Canada's Physical Activity Guidelines for Adults. International journal of behavioral nutrition and physical activity, 7, 1-220.

10- Romeo, J., Wärnberg, J., Pozo, T., & Marcos, A. (2010). Physical activity, immunity and infection. Proceedings of the Nutrition Society, 69(3), 390-399.

11- US Preventive Services Task Force, United States. Office of Disease Prevention, & Health Promotion. (1996). Guide to clinical preventive services: report of the US Preventive Services Task Force. US Department of Health and Human Services, Office of Public Health and Science, Office of Disease Prevention and Health Promotion.

12- Tortora, G. J., & Derrickson, B. H. (2018). Principles of anatomy and physiology. John wiley & sons.

13- Gleeson, M. (2007). Immune function in sport and exercise. Journal of applied physiology, 103(2), 693-699.

14- Nieman, D. C. (1994). Exercise, infection, and immunity. International journal of sports medicine, 15(S 3), S131-S141.

15- Pedersen, B. K., & Hoffman-Goetz, L. (2000). Exercise and the immune system: regulation, integration, and adaptation. Physiological reviews.

16- Metsios, G. S., Moe, R. H., & Kitas, G. D. (2020). Exercise and inflammation. Best practice & research Clinical rheumatology, 34(2), 101504.

17- Gronek P, Adamczyk J, Celka R, Gronek J (2021). Cognicise – a new model of exercise. Trends in Sport Sci, 28(1): 5-10.

18- Turner JE (2016). Is immunosenescence influenced by our lifetime "dose" of exercise? Biogerontology, 17:581-602.

19- Baar, K. (2006). Training for endurance and strength: lessons from cell signaling. Medicine & Science in Sports & Exercise, 38(11), 1939-1944.

20- World Health Organization. (2009). Global health risks: mortality and burden of disease attributable to selrcted major risks. In Global health risks: mortality and burden of disease attributable to selrcted major risks (pp. vi-62).

21- Barlow, C. E., LaMonte, M. J., FitzGerald, S. J., Kampert, J. B., Perrin, J. L., & Blair, S. N. (2006). Cardiorespiratory fitness is an independent predictor of hypertension incidence among initially normotensive healthy women. American journal of epidemiology, 163(2), 142-150.

22- Evenson, K. R., Stevens, J., Cai, J., Thomas, R., & Thomas, O. (2003). The effect of cardiorespiratory fitness and obesity on cancer mortality in women and men. Medicine and science in sports and exercise, 35(2), 270-277.

23- Gronek, P., Wielinski, D., Cyganski, P., Rynkiewicz, A., Zając, A., Maszczyk, A., & Celka, R. (2020). A review of exercise as medicine in cardiovascular disease: pathology and mechanism. Aging and disease, 11(2), 327.

24- Kodama S, Saito K, Tanaka S, Maki M, Yachi Y, Asumi M, Sugawara A, Totsuka K, Shimano H, Ohashi Y, Yamada N, Sone H (2009). Cardiorespiratory fitness as a quantitative predictor of all-cause mortality and cardiovascular events in healthy men and women: a meta-analysis. JAMA 301: 2024-2035.

25- Nourshahi, M., Hovanloo, F., & Arbabi, A. (2008). Effect of exercise with moderate intensity in the morning on some factors of immune systems in adults. Iranian Journal of Endocrinology and Metabolism, 10(3), 241-245.

26- Klentrou, P., Cieslak, T., MacNeil, M., Vintinner, A., & Plyley, M. (2002). Effect of moderate exercise on salivary immunoglobulin A and infection risk in humans. European journal of applied physiology, 87, 153-158.

27- Forte, P., Branquinho, L., & Ferraz, R. (2022). The relationships between physical activity, exercise, and sport on the immune system. International Journal of Environmental Research and Public Health, 19(11), 6777.

28- Arazi, H., Eghbali, E., Suzuki, K., & Mahdavi, M. (2019). Resistance exercise on two consecutive days induces cortisol, CK, IgA responses in active young males. Apunts. Medicina de l'Esport, 54(204), 131-138.

29- Silva, R. P., Barros, C. L., Mendes, T. T., Garcia, E. S., Valenti, V. E., de Abreu, L. C., & Penha-Silva, N. (2019). The influence of a hot environment on physiological stress responses in exercise until exhaustion. PloS one, 14(2), e0209510.

30- Sheikh, R., & Habibi, A. (2023). Exercise training increases the chance of the body's immune system to fight against the disease of Covid-19: A mini review of exercise, immune system and myokines. Journal of Exercise & Organ Cross Talk, 3(3), 150-155.

31- Sheikh, R., Shakerian, S., Tabatabaei, S. R. F., & Habibi, A. (2023). Moderate and high-intensity interval training protect against diabetes-induced modulation of hepatic CD86 and CD206 expression associated with the amelioration of insulin resistance and inflammation in rats. Immunobiology, 228(6), 152745.

32- Feng, Y., & Chao, W. (2011). Toll-like receptors and myocardial inflammation. International journal of inflammation, 2011(1), 170352.

33- Child, M., Leggate, M., & Gleeson, M. (2013). Effects of two weeks of high-intensity interval training (HIIT) on monocyte TLR2 and TLR4 expression in high BMI sedentary men. International Journal of Exercise Science, 6(1), 10.

34- Sitlinger, A., Brander, D. M., & Bartlett, D. B. (2020). Impact of exercise on the immune system and outcomes in hematologic malignancies. Blood advances, 4(8), 1801-1811.