

The duality of physical activity and air pollution; What is the effect of air pollution on practitioners' health?

Mourad Hadj Ahmed^{1*}, Mohamed Bougherbi²

¹University of Bouira, (Algeria), m.hadjahmed@univ-bouira.dz

²University of Bouira, (Algeria), m.bougherbi@univ-bouira.dz

*m.hadjahmed@univ-bouira.dz

Received: 04/2023, Published: 04/2023

ABSTRACT:

Many governments, organization, such as the World Health Organization, and scientists, are working on planning to raise the level of public health, and to combat many diseases that raise the death rate, by reducing the negative effects of air pollution, and increasing the level of physical activity that improves physical fitness and prevents many chronic non-communicable diseases. According to the current literature, researchers faced a dilemma related to physical activity during air pollution: "Does air pollution negate the benefits of physical activity?" The researchers differed in answering this question, but the majority indicated that air pollution does not negate the health benefits of physical activity, which prompted us to prepare this research paper to look at this dilemma by knowing physical activity, air pollution, and then linking physical activity during air pollution.

Keywords: Physical Activity; Air Pollution; Health.

ازدواجية ممارسة النشاط البدني والتلوث؛ ما تأثير تلوث الهواء على صحة الممارسين؟

مراد حاج أحمد^{1*}، محمد بوغربي²

¹جامعة البويرة، (الجزائر)، m.hadjahmed@univ-bouira.dz

²جامعة البويرة، (الجزائر)، m.bougherbi@univ-bouira.dz

*m.hadjahmed@univ-bouira.dz

المستخلص:

تعمل الدول والحكومات، وبعض الهيئات الدولية على غرار منظمة الصحة العالمية على التخطيط للرفع من مستوى الصحة العامة، ومحاربة الكثير من الأمراض التي ترفع من نسبة الوفيات، وعلى رأسها الأمراض غير المعدية (أمراض القلب والأوعية الدموية، الأمراض التنفسية، السكري نوع 2)، من خلال وضع برامج للتحكم في عوامل الخطر المسببة لحدوث الأمراض (تلوث الهواء، السمنة.....)، ودعم العوامل الوقائية (ممارسة النشاط البدني، النظام الغذائي الصحي.....). يعد التعرض لتلوث الهواء وقلة النشاط البدني من عوامل الخطر الهامة للأمراض غير المعدية (NCDs). إذ يلعب النشاط البدني دورا وقائي وعلاجي في نفس لأمراض القلب والأوعية الدموية والتنفسية وبعض أمراض السرطان، في حين تلوث الهواء المستنشق يرفع من معدلات خطر الإصابة بهذه الأمراض خاصة بالنسب للفئات الهشة (المرضى، الأطفال، كبار السن، النساء الحوامل..). سمح لنا المرور عبر مواقع PubMed, Google Scholar, Researchgate من النظر في العديد من الدراسات التي تطرقت في البعض منها إلى دور ممارسة النشاط البدني في الوقاية من بعض الأمراض المزمنة لفئات مختلفة، وتطرق البعض الآخر إلى تأثير تلوث الهواء على حدوث هذه الأمراض، كما تطرقت أخرى إلى معضلة ممارسة النشاط البدني في البيئة ذات الهواء الملوث، إلا أنه في حدود اطلاع الباحثين لم يكن هناك إجماع فيما يخص إشكالية "هل يلغي تلوث الهواء منافع ممارسة النشاط البدني"، وهو ما دفعنا لإعداد هذه الورقة البحثية المعرفية للنظر في ماهية النشاط البدني ومنافعه ومستوياته، وكيفية قياسه بالإضافة إلى تلوث الهواء وأضراره ومن ثم وصف نتائج الدراسات التي عالجت إشكالية الممارسة في الوسط الملوث وتأثيره على بعض الأمراض المزمنة.

الكلمات المفتاحية: النشاط البدني، تلوث الهواء، الصحة.

1. مقدمة:

خلق الله عز وجل الانسان لغاية وحيدة وهي عبادته ﴿وَمَا خَلَقْتُ الْجِنَّ وَالْإِنْسَ إِلَّا لِيَعْبُدُونِ﴾ * مَا أُرِيدُ مِنْهُمْ مِنْ رِزْقٍ وَمَا أُرِيدُ أَنْ يُطْعَمُوا * إِنَّ اللَّهَ هُوَ الرَّزَّاقُ ذُو الْقُوَّةِ الْمَتِينُ ﴿ [الذاريات: 56-58]. وجعله خليفة له في الأرض ﴿قَالَ اهْبِطُوا بَعْضُكُمْ

لِبَعْضِ عَدُوٍّ وَلَكُمْ فِي الْأَرْضِ مُسْتَقَرٌّ وَمَتَاعٌ إِلَى حِينٍ * قَالَ فِيهَا تَحْيَوْنَ وَفِيهَا تَمُوتُونَ وَمِنْهَا تُخْرَجُونَ ﴿[الأعراف: 24 - 25].
لتحقيق العبادة. وضمن له الرزق وطلب منه السعي (الحركة) لتحقيق ذلك ﴿يَا أَيُّهَا الَّذِينَ آمَنُوا إِذَا نُودِيَ لِلصَّلَاةِ مِنْ يَوْمِ الْجُمُعَةِ فَاسْعَوْا إِلَى ذِكْرِ اللَّهِ وَذَرُوا الْبَيْعَ ذَلِكُمْ خَيْرٌ لَكُمْ إِنْ كُنْتُمْ تَعْلَمُونَ *﴾ [الجمعة: 9]. وزوده بالآليات تسمح له بالحركة كنظام الروافع في جسم الإنسان، فالحركة غاية ووسيلة لطلب الرزق والقيام بمختلف مناسك العبادات، ولعل من أرقى مظاهر الحركة عند الإنسان النشاط البدني أو النشاط الرياضي (الرياضة).

هناك اختلاف من ناحية المفهوم بين النشاط البدني (PA) Physical Activity، و الرياضة Sports. نقصد بالنشاط البدني كل جهد بدني يؤدي إلى تقلص العضلات الهيكلية ينتج عنه زيادة في انفاق الطاقة، قد لا تحدث الحركة دائما نظرا لأن الانقباضات الثابتة تتطلب طاقة لكنها لا تؤدي إلى الحركة، وعليه النشاط البدني يشير إلى جميع الأنشطة التي يقوم بها الإنسان مستخدما بدنه. في الصحة العامة يشير النشاط البدني إلى أنواع الحركات التي لها فوائد صحية (David et al, 2010).

النشاط الرياضي (الرياضة) أرقى أشكال الظاهرة الحركية لدى الإنسان، وهي أكثر تنظيما وأرفع مهارة، و في نفس الوقت نشاط بدني أو حركة تنطوي على قواعد (قوانين، تحكيم، نظام.....) وتتميز بوجود منافسة. تعتمد على التدريب لساعات طوال بقصد الحصول على المراتب الأولى والتفوق في المنافسات، فالممارسة المنتظمة تعزز تكوين الجسم، وصحة الهيكل العظمي، وتساهم في الوقاية من الأمراض المزمنة، وتدعم الصحة النفسية بما في ذلك احترام الذات، وتعزز الاتصالات الاجتماعية وبناء الصداقات (Shields et al, 2012)، كما تعد عاملا وقائيا رئيسيا للوقاية من الأمراض غير المعدية ومعالجتها، مثل أمراض القلب والأوعية الدموية والسكري من النوع 2 وعدد من أنواع السرطان. تشمل الآثار المفيدة للنشاط البدني الحماية من الالتهابات منخفضة الدرجة عن طريق إطلاق المواد المضادة للالتهابات، مثل الإنترلوكين بمختلف أنواعها (IL-1, IL-6, IL-10, IL-1ra) من خلال تقلص العضلات، وتثبيط إنتاج السيكوتين المسبب للالتهاب (TNF-α) وهي تشارك في الحماية من الأمراض المزمنة المرتبطة بالالتهابات منخفضة الدرجة مثل مرض السكري وأمراض القلب والأوعية الدموية (Nimmo et al, 2013, P51, Peterson et al, 2005, P1154).

لقد ثبت أن ممارسة النشاط البدني في الهواء الطلق (Outdoor) أو داخل القاعات الرياضية (Indoor)، يرفع من التهوية الرئوية (Pulmonary Ventilation (V))، وهي ناتج تواتر التنفس مضروب في كمية الغازات المتدفقة لكل نفس، ويعبر عنه بالمعادلة الرياضية $(V = VT \times f)$ ، عند رجل وزنه 70Kg يكون عنده حجم التهوية V في حالة الراحة حوالي 7.5L/mn مع حجم الهواء المنتقل VT 0.5L، والقيام بـ 15 نفسا في الدقيقة، وأثناء التمرين الأقصى (maximale exercise) قد تصل التهوية إلى 120 إلى 175L/mn مع تكرار 40 إلى 50 نفسا في الدقيقة و حجم هواء منتقل من 3 إلى 3.5L تقريبا (Powers et Howley, 2018). أما بالنسبة للقلب فإن الناتج القلبي (Cardiac Output (Q)) الذي يعبر عن حجم الدم المدفوع من القلب في الدقيقة الواحدة، ويتم حسابه بضرب معدل النبض HR في حجم الضربة SV. $(Q = HR \times SV)$ يرتفع من 5L/mn في حالة الراحة إلى 18L/mn عند ممارسة النشاط البدني قريب من الشدة القصوى Submax exercise إلى 30L/mn عند ممارسة النشاط البدني ذو الشدة القصوى Maximal exercise (Procary et al, 2015). كل هذا يفسر من الناحية الفيزيولوجية الارتباط الكبير بين ممارسة النشاط البدني واستنشاق الهواء بما يحمله من مكونات قد تكون ملوثة.

بمقابل ممارسة النشاط البدني نجد عدم الممارسة للنشاط البدني (Physical inactivity) التي تمثل عدم القيام بتوصيات محددة بشأن النشاط البدني، حسب Vainshelboim et al و Bull et al (على سبيل المثال، 150-300 دقيقة من النشاط ذو الشدة المعتدلة أو 75-150 دقيقة من النشاط البدني ذو الشدة العالية في الأسبوع). حسب Guthold et al يتراوح معدل انتشار الخمول البدني بين البالغين من 12.3% إلى 43.7%. على الرغم من الفوائد الصحية الموثقة جيدا للنشاط البدني، فإن معظم الشباب (10-24 عاما وفقا لتعريف منظمة الصحة العالمية) لا يستوفون توصيات النشاط البدني؛ أي أن أكثر من 81% من المراهقين في العالم يعتبرون غير نشيطين بدنيا (Regina et al, 2022).

حسب Guthold et al ومنظمة الصحة العالمية أن 27.5% من البالغين و 81% من المراهقين لا يستوفون توصيات منظمة الصحة العالمية لممارسة النشاط البدني، هناك أيضا تفاوتات ملحوظة تظهر البيانات أن الفتيات والنساء في معظم البلدان أقل نشاطا من الفتيان والرجال، وأن هناك اختلافات كبيرة في مستويات النشاط البدني بين الفئات الاقتصادية الأعلى والأدنى، وبين البلدان فيما بينها. (WHO, 2020) الخمول البدني مسؤول عن 6% من عبء المرض الناجم عن أمراض القلب التاجية (Min Lee et al, 2012, P2).

ممارسة النشاط البدني حسب تعليمات منظمة الصحة العالمية يرفع من مستوى الوقاية للكثير من الأمراض، خاصة الأمراض غير المعدية، وبالمقابل عدم الممارسة يرفع من مستوى هذه الأمراض، وعليه وجب الرفع من مستويات ممارسة النشاط البدني لجميع الفئات. هذا الهدف تعترضه العديد من المعوقات (Barriers) منها تلوث الهواء سواء داخل القاعات الرياضية (Indoor) أو خارجها، في الأماكن العامة والملاعب (Outdoor).

الهواء مطلب حيوي لبقاء وتطور جميع الكائنات الحية على الأرض. فهو يؤثر على الصحة وبالتالي على جميع القطاعات الأخرى. اليوم، بسبب تطور التصنيع، وزيادة عدد السيارات الخاصة وحرق الوقود الأحفوري، تتناقص جودة الهواء، مع تزايد تلوث الهواء الخطير. توجد العديد من الملوثات في الغلاف الجوي، مثل SO₂ و NO₂ و CO₂ و NO و CO و NO_x و PM_{2.5} و PM₁₀. أجرى عدد كبير من العلماء أبحاثا حول توقعات تلوث الهواء وجودة الهواء، مع التركيز على التنبؤ بالملوثات

(Kemp et al, 2011; Bai et al, 2018). لهذه الملوثات مصادر منها المصادر الطبيعية وهي ظواهر طبيعية تطلق مواد ضارة أو لها تأثيرات ضارة على البيئة. تؤدي الظواهر الطبيعية، مثل الانفجارات البركانية وحرائق الغابات، إلى ملوثات الهواء، بما في ذلك SO_2 , CO_2 , NO_2 , CO والكبريت. بالإضافة إلى المصادر التي هي من صنع الإنسان مثل حرق الوقود، نواتج من عمليات الإنتاج الصناعي، وانبعاثات مختلف وسائل النقل. من أنواع الملوثات المنبعثة من مصادر التلوث من صنع الإنسان، الهيدروجين، والأكسجين، والنيتروجين، والكبريت والمركبات المعدنية والجسيمات.

يعد تلوث الهواء عامل خطر رئيسي للأمراض المزمنة غير المعدية، ويساهم في الوفيات العالمية أكثر من جميع عوامل الخطر البيئية الأخرى مجتمعة (Al-Kindi et al., 2020 ; Cohen et al., 2017). يرتبط تلوث الهواء بالآثار القلبية التنفسية، والسكري نوع 2 حيث وجد أن NO_2 السكني مرتبط بزيادة الإصابة بمرض السكري، ولكن فقط بين الأفراد النشطين بدنياً (Andersen et al, 2012, P92). كما يساهم في زيادة مخاطر الإصابة بالاضطرابات الدماغية الوعائية والأمراض النفسية العصبية. هناك أدلة متزايدة مؤخرًا تظهر أن التعرض لملوثات هواء متعددة، لا سيما الجزيئات الدقيقة (PM)، قد يؤثر على الجهاز العصبي المركزي (CNS) وصحة الدماغ، وبالتالي يساهم في زيادة خطر الإصابة بالسكتة الدماغية والخرف ومرض باركنسون والضعف الإدراكي واضطرابات النمو العصبي والاكتئاب والحالات الأخرى ذات الصلة (Hahad et al, 2020).

طرح العديد من الدراسات أسئلة تخص آثار ازدواجية ممارسة النشاط البدني في المناطق الملوثة، عل غرار دراسة منظمة الصحة العالمية "هل ينبغي تشجيع النشاط البدني في المناطق ذات الهواء الملوث؟" (WHO, 2019)، فيما جاءت عناوين دراسات أخرى بصيغة سؤال على غرار دراسة Raza وآخرون "هل يعدل النشاط البدني العلاقة بين تلوث الهواء وتكرار الإصابة بأمراض القلب والأوعية الدموية؟" ودراسة Zhao وآخرون "كيف يؤثر تلوث الهواء على سلوك ركوب الدراجات؟"، ودراسة (Hahad et al., 2021) "النشاط البدني في الهواء الملوث: فائدة صافية أم ضرر لصحة القلب والأوعية الدموية؟"، في هذا الإطار، وجدت دراسة تاينيو ارتباطاً عكسياً مستقلاً بين النشاط البدني المعتاد والتهاب عبر مستويات مختلفة من التعرض للجسيمات الدقيقة $PM_{2.5}$ ، كما أن الرفع من مستوى ممارسة النشاط البدني يعمل على تخفيف من الآثار السلبية للهواء الملوث، خاصة بالنسبة لمخاطر الإصابة الأولى بأمراض القلب الإقفارية (IHD) بين الأفراد الذين لديهم تركيزات عالية من الجسيمات السكنية (Raza et al, 2021).

ثبت أن كل من تلوث الهواء وقلة النشاط البدني يتسببان في ارتفاع الوفيات نتيجة للأمراض غير المعدية، بما في ذلك أمراض القلب والأوعية الدموية، وأمراض الجهاز التنفسي (الناجمة بشكل رئيسي عن تلوث الهواء)، ومرض السكري من النوع 2، وأنواع معينة من السرطانات (Tainio et al 2020) على وجه الخصوص، يزداد خطر الإصابة بمرض السكري إلى حد كبير في المناطق التي تتميز بالهواء الملوث (Clark et al 2017, Liu et al 2013).

نحن إذن، أمام ازدواجية تحتاج إلى دراسة معمقة، خاصة عند اهتمامنا بصحة ممارسي النشاط البدني، وللرياضيين منهم على وجه الخصوص. من جهة ممارسة النشاط البدني يعتبر عاملاً وقائياً للكثير من الأمراض ويرفع من مستوى صحة الممارسين، كما أنه يرفع من مستويات استهلاك الهواء ($175L/mn > 7.5L/mn$)، ويزيد من امتصاص وترسب ملوثات الهواء في الرئتين / المجاري الهوائية والدورة الدموية، مما يزيد من خطر الإصابة بأمراض القلب والأوعية الدموية. ومن جهة ثانية التعرض للهواء الملوث يرفع من مستويات خطر الإصابة بالكثير من الأمراض غير المعدية، وبالتالي فإن تحديد المقايضة بين الفوائد الصحية للنشاط البدني والآثار الضارة المحتملة لزيادة التعرض لتلوث الهواء أثناء النشاط البدني له عواقب مهمة على الصحة العامة.

بصفة عامة أشارت الأدبيات التي تم التطرق إلى نتائجها إلى الدور الكبير الذي يلعبه النشاط البدني في المحافظة على الصحة العامة وبالأخص الوقاية من الأمراض غير المعدية، وبالمقابل أوضحت الآثار السلبية للتعرض للهواء الملوث بمكوناته، كما تطرق البعض منها إلى دور ممارسة النشاط البدني في الأوساط الملوثة في التقليل من أضرار استنشاق الهواء الملوث غير أنه التمسنا في حدود اطلاع الباحثين-عدم اتفاق الدراسات على نتائج ازدواجية ممارسة النشاط البدني في المناطق الملوثة (تقليل مخاطر التعرض للهواء الملوث بممارسة النشاط البدني/ تقليل منافع ممارسة النشاط البدني عند التعرض للهواء الملوث) وعليه يسعى هذا البحث المعرفي إلى عرض منافع ممارسة النشاط البدني ومساوئ عدم الممارسة وكيفية قياس مستويات النشاط البدني، وأضرار التعرض للهواء الملوث وكيفية قياس بعض مكوناته، ثم التطرق إلى الأضرار الصحية لممارسة النشاط البدني في المناطق الملوثة.

2. مفهوم النشاط البدني (Physical Activity): عندما نتكلم عن النشاط البدني يتبادر إلى ذهننا ممارسة التمارين والأنشطة الرياضية، لكن الحقيقة أنه أوسع من ذلك، يمكن ربطه بالنشاط المهني، والممارسات اليومية أثناء أوقات الفراغ أو أثناء العمل المنزلي. يمكن تقسيم النشاط البدني إلى النشاط المنظم، والنشاط العفوي أو غير المنظم. يتم التخطيط للنشاط البدني المنظم، وهو النشاط الهادف الذي يتم القيام به لتعزيز فوائد الصحة واللياقة البدنية. لا يتم التخطيط للنشاط البدني العفوي وعادة ما يكون نتيجة للأنشطة اليومية في العمل أو في المنزل أو أثناء التنقل.

في عام 1985 نشر عالم الأوبئة Caspersen وزملاؤه التعريف الأكثر شيوعاً للنشاط البدني وتم الاستشهاد به على نطاق واسع. "أي حركات جسمية تنتجها عضلات الهيكل العظمي والتي تؤدي إلى إنفاق الطاقة". (Strath et al., 2013, 2260). حصة إجمالي إنفاق الطاقة الذي يمثلها النشاط البدني أكبر للأفراد النشطين (Andrea et al, 1997, P5) يشجع استخدام تعريف Caspersen كاختصار للنشاط البدني المعزز للصحة. وقد جاءت تعاريف أخرى؛ ومع ذلك، فإن معظمها اشتقاق لهذا التعريف.

- نقلا عن Clément Villars جاء تعريف وزارة الصحة والخدمات الإنسانية الأمريكية " جميع الحركات الجسدية التي تنتجها عضلات الهيكل العظمي التي تزيد من انفاق الطاقة فوق معدل الراحة" (Villars, 2011, P8). بالمقارنة مع تعريف Caspersen جاء هذا التعريف للتفريق بين حالة الراحة وحالة النشاط فكل حركة يقوم بها الجسم تؤدي إلى انفاق أكبر للطاقة من حالة الراحة تدخل ضمن النشاط البدني، وعليه قد لا تحدث حركة لمركز كتلة الجسم أو حتى لأحد أطرافه إلا أن الجسم في نشاط بدني قد يكون عالي الشدة (تقوية عضلات الجسم باستعمال التقلص العضلي الثابت (Isometric Contraction)).
- حسب خبراء المعهد الوطني للصحة والبحوث الطبية (INSRM); النشاط البدني لا يقتصر على الرياضة ولكنه يشمل أيضا النشاط البدني للحياة اليومية المرتبط بالعمل والمنزل والمواصلات ووقت الفراغ غير التنافسي (Duclos et al, 2013, P206)، النشاط البدني يعبر عن حركة الجسم تنتجها عضلات الهيكل العظمي تتطلب إنفاق الطاقة وتنتج فوائد صحية (NIH, 1995) بالإضافة إلى مصطلح النشاط البدني، نجد مصطلحي التمرين واللياقة البدنية، وهي مصطلحات متداخلة. فما هو الفرق بينهم؟

1.2. التمرين (Exercise): يعرف على أنه نشاط بدني منظم ومتكرر يتم التخطيط له للوصول إلى أهداف محددة، منها تحسين أو الحفاظ على عنصر أو أكثر من مكونات اللياقة البدنية، وعليه التمرين، هو مجموعة فرعية من النشاط البدني ويمكن أن يشكل كل أو جزء من كل فئة من فئات النشاط اليومي باستثناء النوم (Caspersen, et al, 1985): يقلل كل من النشاط البدني والتمارين الرياضية من خطر الإصابة بالأمراض والوفيات المبكرة، وقد يؤدي أيضا إلى تحسين الصحة العقلية والعاطفية (Procary et al, 2015, P98)

2.2. اللياقة البدنية أو الفورمة الرياضية (Physical Fitness): مجموعة من الصفات التي يمتلكها الأشخاص تسمح لهم القيام بالمهام اليومية بكل قوة وبطاقة وافرة، تتعلق هذه الصفات بالصحة وبالمهارات التي تخص النشاط الرياضي. (مكونات اللياقة البدنية المتعلقة بالصحة هي التحمل القلبي التنفسي، التحمل العضلي، القوة العضلية، التكوين الجسمي، المرونة) (Caspersen, et al, 1985).

3.2. الخمول البدني وعدم الحركة (Physical inactivity and Sedentary Behavior): يشير السلوك المستقر أو عدم الحركة إلى جميع السلوكيات التي يكون فيها الوضع المهيمن للجسم إما الجلوس أو الاستلقاء، ويكون إنفاق الطاقة منخفضا جدا أو حتى غير موجود. يتضمن أنشطة مختلفة مثل مشاهدة التلفزيون أو مقاطع الفيديو، والعمل على الكمبيوتر، والقراءة، والقيادة، وما إلى ذلك - الأنشطة التي يكون فيها إنفاق الطاقة حوالي 1-1.5 METs (وحدات التمثيل الغذائي المكافئ (METs))، (واحد 01MET هو تكلفة الطاقة للراحة، وغالبا ما يتم تعريفه من حيث امتصاص الأكسجين على أنه 3.5ml/kg/mn).
3. أبعاد النشاط البدني: تشمل الأبعاد الأربعة للنشاط البدني على طبيعة النشاط، متغيرات النشاط، مدة أداء النشاط، و شدة أداء النشاط.

- **طبيعة النشاط:** محدد حسب نوعيته مثل المشي، الجري، التسوق، ركوب الدراجات.... يمكن أيضا أن يكون محددا حسب متطلباته الفسيولوجية والبيوميكانيكية (النشاط الهوائي مقابل النشاط اللاهوائي، المقاومة أو تدريب القوة، التدريب على التوازن والاستقرار).

- **تكرار الأداء:** عدد الحصص في اليوم أو في الأسبوع.

- **مدة الأداء:** الوقت (بالدقائق أو الساعات) من نوبة النشاط خلال إطار زمني محدد (على سبيل المثال، اليوم، الأسبوع،).

- **شدة الأداء:** هي مؤشر لمتطلبات النشاط الأيضي. يمكن قياسه بشكل موضوعي من خلال المتغيرات الفسيولوجية (على سبيل المثال، الاستهلاك الأقصى للأكسجين VO2max، ومعدل ضربات القلب HR، وحجم التهوية V، والنتاج القلبي Q...)، والتقييم ذاتي من خلال الخصائص الإدراكية (على سبيل المثال، تصنيف الجهد الملحوظ RPE، واختبار المشي والتحدث Talk and Walk Test).

هذه الأبعاد هي محددات للحمل التدريبي للنشاط البدني، يضاف إليها كل من الظروف البيئية (الحرارة، الرطوبة، البرودة، الارتفاع، التلوث) والحالة الجسدية والعقلية للرياضي. لكي يحقق النشاط البدني أهدافه، خاصة الصحية منها وجب التحكم الجيد في حمولات التدريبية من خلال الأبعاد سالفة الذكر.

ما المقصود بحمل التدريب؟ Training Load

- **حمل التدريب:** يُعرّف الحمل التدريبي بأنه الإجهاد البدني والعقلي المرتبط بحصة أو مرحلة تدريبية، و يهدف إلى تطوير أو الحفاظ على حالة الممارس للنشاط البدني، يقسم إلى حمل التدريب الخارجي و حمل التدريب الداخلي.

- **حمل التدريب الخارجي:** هو العمل الذي ينجزه الشخص الممارس للنشاط البدني، يتكون من الحجم (المدة) والشدة والكثافة والتردد (التكرار). تسمح هذه الأبعاد الأربعة بمراقبة التدريب ببيانات قابلة للقياس الكمي.

- **حمل التدريب الداخلي:** هو القدرة التكيفية المورفولوجية والبيولوجية والنفسية للفرد استجابة لهذه الأحمال الخارجية (Roy, 2019, P59). تُستخدم مقاييس مثل معدل ضربات القلب، ولاكتات الدم، واستهلاك الأكسجين، وتصنيف الجهد الملحوظ (RPE) بشكل شائع لتقييم الحمل الداخلي (Bourdon et al, 2017, P161).

4. مستويات النشاط البدني

ما مقدار النشاط البدني الموصى به حسب توصيات خبراء منظمة الصحة العالمية (WHO)؟

- للأطفال دون سن 5 سنوات: يجب على الرضع أقل من سنة واحدة اللعب التفاعلي القائم على الأرض؛ بما في ذلك 30 دقيقة على الأقل في وضعية الانبطاح. يجب على الأطفال الذين تتراوح أعمارهم بين سنة وستين: قضاء ما لا يقل عن 180 دقيقة في مجموعة متنوعة من أنواع الأنشطة البدنية بأي شدة، بما في ذلك النشاط البدني المعتدل إلى القوي. يجب على الأطفال الذين تتراوح أعمارهم بين 3 و 4 سنوات: قضاء 180 دقيقة على الأقل في مجموعة متنوعة من أنواع الأنشطة البدنية بأي شدة، منها 60 دقيقة على الأقل نشاط بدني متوسط إلى عالي الشدة، موزعة على مدار اليوم.

- للأطفال والمراهقون الذين تتراوح أعمارهم بين 5 و 17 عاما: الأطفال والمراهقون الذين تتراوح أعمارهم بين 5 و 17 عاما ممارسة ما لا يقل عن 60 دقيقة في المتوسط يوميا من الشدة المعتدلة إلى الشديدة، في الغالب التمارين الهوائية، والنشاط البدني، على مدار الأسبوع. يجب أن تتضمن الأنشطة الهوائية شديدة الشدة، وكذلك تلك التي تقوي العضلات والعظام، على الأقل 3 أيام في الأسبوع.

- للبالغين الذين تتراوح أعمارهم بين 18 و 64 سنة: البالغين الذين تتراوح أعمارهم بين 18 و 64 سنة ممارسة ما لا يقل عن 150 إلى 300 دقيقة من النشاط البدني الهوائي المعتدل الشدة؛ أو 75-150 دقيقة على الأقل من النشاط البدني الهوائي شديد الشدة؛ أو مزيج معادل من النشاط المعتدل والقوي على مدار الأسبوع، يجب أيضا القيام بأنشطة تقوية العضلات بشدة معتدلة أو أكبر تشمل جميع مجموعات العضلات الرئيسية في يومين أو أكثر في الأسبوع.

- للبالغين 65 فما فوق: يجب على كبار السن القيام بنشاط بدني متنوع متعدد المكونات يركز على التوازن الوظيفي وتدريب القوة بشدة معتدلة أو أكبر، على مدار 3 أيام أو أكثر في الأسبوع، لتعزيز القدرة الوظيفية، والقدرة على الاحتفاظ بالتوازن لمنع حوادث السقوط.

- للنساء الحوامل وبعد الولادة: النساء الحوامل وبعد الولادة القيام بما لا يقل عن 150 دقيقة من النشاط البدني الهوائي المعتدل الشدة طوال الأسبوع مع مجموعة متنوعة من الأنشطة الهوائية وتقوية العضلات يجب أن تحد من مقدار الوقت الذي يقضيه في الجلوس. مع استبدال وقت الجلوس بنشاط بدني مهما كانت شدته (بما في ذلك الشدة الخفيفة).

- للأشخاص المصابون بأمراض مزمنة (ارتفاع ضغط الدم والسكري من النوع 2 وفيروس نقص المناعة والتاجين من السرطان): ممارسة ما لا يقل عن 150 إلى 300 دقيقة من النشاط البدني الهوائي المعتدل الشدة؛ أو 75-150 دقيقة على الأقل من النشاط البدني الهوائي شديد الشدة؛ أو مزيج معادل من النشاط المعتدل والقوي على مدار الأسبوع، يجب أيضا القيام بأنشطة تقوية العضلات بشدة معتدلة أو أكبر.

- للأطفال والمراهقون المصابون بالإعاقات: ممارسة ما لا يقل عن 60 دقيقة في المتوسط يوميا من الشدة المعتدلة إلى الشديدة، ومعظمها من التمارين الهوائية، والنشاط البدني، على مدار الأسبوع.

- للكبار الذين يعانون من إعاقات: يجب أن تمارس ما لا يقل عن 150 إلى 300 دقيقة من النشاط البدني الهوائي المعتدل الشدة؛ أو 75-150 دقيقة على الأقل من النشاط البدني الهوائي شديد الشدة؛ أو مزيج معادل من النشاط المعتدل والقوي على مدار الأسبوع، يجب أيضا القيام بأنشطة تقوية العضلات بكثافة معتدلة أو أكبر تشمل جميع مجموعات العضلات الرئيسية في يومين أو أكثر في الأسبوع، حيث توفر هذه الأنشطة فوائد صحية إضافية.

1.4. قياس مستويات النشاط البدني: يكشف قياس مستويات النشاط البدني الكثير من المعلومات المفيدة حول الشخص الممارس أو المريض، وهو ما يسمح للمختص بإعداد وصفة التمرين المناسبة. يعتمد قياس مستويات النشاط البدني على الأساليب والأدوات التي تساعد المختصين في اللياقة البدنية على إعطاء جرعة كافية بقدر الإمكان من الأحمال التدريبية التي يفرضونها على الممارسين. المقاربات المدرجة في الأدبيات لإدارة شدة النشاط البدني هي المقاربة الموضوعية، حيث نجد فيها القياس بالملاحظة، وقياس بعض المتغيرات الفسيولوجية (المقاربة الفسيولوجية) والمقاربة الذاتية (Michaud, 2019) المقاربات (الموضوعية والذاتية) المستخدمة لقياس النشاط البدني لديها القدرة على قياس أبعاد النشاط البدني.

- المقاربة الموضوعية: نمز فيها القياس بالملاحظة و المقاربة الفسيولوجية.

- القياس بالملاحظة المباشرة: تتكون من ملاحظة عناصر مثل مدة وشدة التدريبات، عدد المجموعات، عدد التكرارات، الأحمال المرفوعة تحقيقاً لهذه الغاية، يتم الاعتماد على نظام تحديد المواقع العالمي (GPS) وأجهزة قياس التسارع. إنها طريقة شائعة للأطفال الصغار لأنهم يجدون صعوبة في تذكر أحاسيسهم بالجهد المبذول أثناء النشاط البدني. تعد هذه الطريقة المرنة ذات قيمة في جمع المعلومات، غير أنها تشمل عيوب مثل التكلفة العالية للوقت والمال، وصعوبة الحصول على الموافقة المسبقة

- الأجهزة:

مجسات الحركة: يمكن استخدام الأجهزة القابلة للارتداء التي تقيس حركة الجسم لتقييم النشاط البدني وتقدير نفقات الطاقة. أكثر المستشعرات شيوعاً لهذه الأغراض هي مقاييس التسارع، التي تقيس التسارع وبعض خصائص الحركة، وجهاز قياس الخطوات، التي تقيس الخطوات ويمكنها تقدير المسافة المقطوعة.

- جهاز قياس التسارع Accelerometers: يتميز بالدقة والقدرة على التقاط كميات كبيرة من البيانات، يقيس التسارع في الوقت الفعلي، يمكن ارتداء الأجهزة في أماكن عديدة من الجسم، بما في ذلك الخصر والورك والفتحة (Sylvia et al, 2013). مستشعرات مقياس التسارع تتمتع بميزة التقاط تردد الحركة البدنية ومدتها وشدتها بطريقة زمنية محددة. يقيس التسارع إما في مستوى واحد (عمودياً عادة)، أو مستويين (عمودي ومتوسط جانبي أو عمودياً وأمامي خلفي)، أو 3 مستويات (عمودي، ومتوسط -

جانبى، وأمامى - خلفى). تختلف البيانات التي يخزنها الجهاز حسب نوعه، ومنها معدل إنفاق طاقة النشاط البدنى، عدد الخطوات، شدة النشاط البدنى، وضعية الجسم، تردد الخطوة، نوع النشاط البدنى....(Strath et al, 2013)

- جهاز قياس الخطوات Pedometers : يقيس عدد الخطوات ترتبط بمقاييس الخطى ارتباطا وثيقا بمقاييس التسارع أحادية المحور، بساقتها وتكلفتها المنخفضة نسبيا وقدرتها على التقاط فترات قصيرة من PA تجعل هذه الأجهزة شائعة. تميل بيانات عداد الخطى أيضا إلى الارتباط بالنتائج البيولوجية والتنبؤات (مثل العمر ومؤشر كتلة الجسم). تعطي البيانات الأكثر دقة للجري والمشي المعتدل، حيث تتطلب هذه السلوكيات حركة عمودية أمامية. تشمل عيوب مقاييس الخطوات عدم القدرة على تسجيل PA التي تتضمن حركة أفقية تحدث أثناء فترات الخمول أو النشاط الترفيهي أو حركات الجزء العلوي من الجسم فقط.

- المقاربة الفسيولوجية: تتضمن قياس المتغيرات المختلفة المتعلقة بوظيفة جسم الإنسان مثل معدل ضربات القلب، استهلاك الأكسجين أثناء النشاط البدنى، وإنفاق الطاقة بالسرعات الحرارية أو باستخدام المكافئ الأيضي (MET) للنشاط. هناك طريقة أخرى شائعة وهي حساب مقدار الوقت الذي يقضيه الشخص في فئات شدة النشاط البدنى المختلفة في يوم معين أو خلال أسبوع معين.

يعادل واحد MET مقدار إنفاق الطاقة خلال دقيقة واحدة من الراحة في وضع الجلوس؛ و يتم تقديره كميا من حيث استهلاك الأكسجين $1\text{MET} = 3.5\text{ml/kg/mn}$

بالاعتماد على المكافئ الأيضي يمكن الدلالة على شدة النشاط البدنى ومقدار الطاقة المصروفة، وعليه يمكن تقسيم النشاط البدنى وفقا لشدته:

- نشاط بدنى منخفض الشدة: أقل من 3 مكافئ أيضي وهو ما يعادل استهلاك أقل من 10.5ml/kg/mn من الأكسجين (أشغال التنظيف في البيت، حمل أكياس التسوق، المشي البطيء.....).

- نشاط بدنى معتدل الشدة: من 3 إلى أقل من 6 مكافئ أيضي وهو ما يعادل استهلاك 10.5ml/kg/mn إلى 21ml/kg/mn من الأكسجين (المشي السريع، استخدام الدرج، التسوق، السباحة الترويحية.....).

- نشاط بدنى مرتفع الشدة: يفوق 6 مكافئ أيضي وهو ما يعادل استهلاك أكثر من 21ml/kg/mn من الأكسجين (الجري، ألعاب الكرة، السباحة، التنس القفز بالحبل.....) (وزارة الصحة، 2020).

تصنيفات شدة النشاط البدنى					
الشدة	VO2max (%) احتياطي نبض القلب HRR(%)	نبض القلب الأقصى(%)	RPE	الشدة	المكافئ الأيضي METs
خفيفة جدا	25>	30>	9 >	الوضع المستقر	1.5 - 1
خفيفة	44 25	49- 30	10 - 9	خفيفة	2.9 - 1.6
متواضعة	59 45	69- 50	12 - 11	متوسطة	5.9 - 3.0
عالية	84 60	89 - 70	16 - 13	قوية	6.0 ≤
عالية جدا	85≤	90≤	16 <		
قصوى	100	100	20		

VO2max الاستهلاك الأقصى للأكسجين وهي مؤشر عن القدرة الهوائية الثصوى

HRR (Heart rate reserve) احتياطي معدل نبض القلب. يحسب بالمعادلة التالية:

$$\text{HRR} = \text{HRmax} - \text{HRrest}$$

HRR يستعمل حسب معادلة Karvonen لحساب معدل نبض القلب المستهدف من النشاط البدنى بالمعادلة التالية:

$$\text{HRtarget} = (\text{HRR} \times \% \text{Intensity}) + \text{HRrest}$$

جدول منقول ومعدل من Clinical and Research Guide to the Assessment of Physical Activity: A Scientific Statement From the American Heart Association(Strath, 2013, P2262) Applications

- معدل ضربات القلب Heart Rate HR: يعتمد مبدأ استخدام معدل ضربات القلب لقياس حمل العمل الداخلي على العلاقة الخطية بين معدل ضربات القلب وشدة التمرين دون الحد الأقصى (Barthélémy, 2019, P34). قياس معدل ضربات القلب باستخدام الأدوات هو تقنية تستخدم على نطاق واسع في مراقبة شدة التمارين البدنية، وخاصة في رياضات التحمل. عدة مؤشرات يمكن اشتقاقها من معدل ضربات القلب (HRmax, HRreserve)، باستعمال معادلات مثل معادلة Karvonen. حسب Strath وآخرون (2000)، يعد تقييم النشاط البدنى باستخدام معدل ضربات القلب مشكلة في مستويات النشاط منخفضة الشدة، لأن معدل ضربات القلب يتأثر أيضا بعوامل (استهلاك الكافيين، والحالة العاطفية، ودرجة الحرارة). ومع ذلك، فإنه يزيد بشكل خطي ومتناسب مع شدة الجهد أثناء النشاط الهوائي المعتدل إلى القوي. (Strath et al, 2013).

- المقاربة الذاتية: لإجراء مراقبة فسيولوجية ونفسية لشدة النشاط البدني، يمكن استخدام الاستبيانات الذاتية (Saw et al, 2016). تستخدم استبيانات النشاط البدني لتحديد أبعاد ومجالات سلوكيات النشاط البدني من الاستجابات المبلغ عنها ذاتيا أو المقابلات. تختلف الاستبيانات في تفاصيلها، وتتراوح من عدد قليل من العناصر التي تقدم نظرة عامة عن النشاط إلى تاريخ كمي طويل ومفصل للنشاط على مدار العام الماضي أو حتى مدى الحياة. يتم تصنيف استبيانات النشاط البدني إلى 3 فئات: الشامل، والموجز، والتاريخ الكمي.

- استبيانات النشاط البدني الشامل Global Physical Activity Questionnaires توفر الاستبيانات الشاملة نظرة عامة سريعة على مستوى النشاط البدني للشخص. عادة ما تكون قصيرة (من 2 إلى 4 عناصر) وتستخدم لتحديد ما إذا كان الفرد يفي بمعيار النشاط البدني (على سبيل المثال، 150mn في أسبوع من النشاط البدني المعتدل إلى القوي) أو لتقديم تصنيف (على سبيل المثال، نشط مقابل غير نشط). مثال للاستبيان الشامل (Exercise Vital Sign). يستخدم لتقييم الدقائق التي يقضيها المرضى في الأسبوع في نشاط معتدل أو عال الشدة.

- استبيانات قصيرة عن النشاط البدني Short Recall Physical Activity Questionnaires: توفر استبيانات النشاط البدني القصيرة تقيما سريعا للحجم الإجمالي للنشاط البدني المصنف حسب بعد مستوى الشدة أو حسب نوع النشاط. تحتوي استبيانات النشاط البدني القصيرة بشكل عام على من 7 إلى 12 عنصرا ويمكن إجراؤها ذاتيا أو إجراء المقابلة. يمكن أن تكون درجة النشاط البدني عبارة عن رقم ترتيبى بسيط، مع أرقام أعلى تعكس مستويات أكبر من النشاط.

- استبيانات التاريخ الكمي للنشاط البدني Quantitative History Physical Activity Questionnaires: غالبا ما يتم إجراؤها على مدار الشهر أو العام الماضي أو على مدار العمر. قد تحتوي على 20 إلى 60 سؤالا مفصلا وعادة ما يتم إجراؤها بواسطة المحاور. تُستخدم استبيانات التاريخ الكمي عموما في الدراسات الوبائية لفهم أنواع وشدة النشاط البدني التي تساهم في الوفيات، وكذلك لفحص أنواع مختلفة من الأمراض والسلوكيات المعززة للصحة. تكمن قيمة استخدام نهج التاريخ الكمي في قدرته على الحصول على تقدير لحجم النشاط البدني للفرد خلال فترات ماضية والتي قد تكون ذات صلة بالحالة الصحية الحالية للفرد (Strath et al, 2013). طورت منظمة الصحة العالمية (WHO) استبيان السلوك الصحي لدى أطفال المدارس (HBSC) الذي يقدم لمحة عامة عن مستويات النشاط البدني لدى الأطفال. من أجل تقديم وصفة التمرين الفردية لمجموعات الأطفال (Giada et al, 2008).

- أمثلة عن استبيانات يمكن الاستعانة بها لقياس مستويات النشاط البدني (Sylvia et al, 2013, P2)

1. Modifiable Activity Questionnaire (MAQ).
2. Previous Week Modifiable Activity Questionnaire (PWMAQ).
3. Recent Physical Activity Questionnaire (RPAQ).
4. International Physical Activity Questionnaires (IPAQ).
5. Previous Day Physical Activity Recall (PDPAR).
6. 7-day Physical Activity Recall (PAR).

2.4. شروط اختيار مقياس النشاط البدني : يجب مراعاة أربع شروط مفتاحية عند اختيار مقياس النشاط البدني لدراسة بحثية:

جودة قياس النشاط (نوع النشاط، الشدة، التكرار، المدة)، موضوعية البيانات، (الوقت أو الجهد المطلوب)، التكلفة، والمحددات الخاصة (العمر والجنس ووزن الجسم....) التي قد تؤثر على اختيار المقياس (Sylvia et al., 2013).

5. ممارسة النشاط البدني في الهواء الملوث: عند ممارسة النشاط البدني في الهواء الطلق أو القاعات المغلقة مع ارتفاع معدل تلوث الهواء، يجد الجسم نفسه أمام ازدواجية متناقضة، النشاط البدني يدعم الصحة بشكل عام ولكنه يرفع من معدلات استهلاك الهواء الملوث الذي يشكل خطر على الصحة العامة للفرد. كيف يتعامل الممارس للنشاط البدني مع هذه الازدواجية؟ يعمل الهواء الملوث على إضعاف صحة الجهاز التنفسي والقلب والأوعية الدموية مما يدفع الأفراد المعرضون للإصابة بالتقليل من النشاط البدني في الهواء الطلق في الأيام التي يكون فيها التلوث مرتفعا، كما قد يدفع بالكثير منهم إلى تغيير أو تعديل في نشاطاتهم البدنية للتخفيف من آثار تلوث الهواء (Tainio et al., 2020; Wells et al., 2012).

ممارسة التمارين الرياضية يقلل من خطر الإصابة بأول حادث IHD، حيث خلص Kubesch وزملاؤه إلى أن تلوث الهواء لا يقلل من فوائد ممارسة النشاط البدني على كل من حدوث وتكرار احتشاء عضلة القلب Incident and Recurrent Myocardial Infarction (MI) (Kubesch et al., 2018). بين الأفراد الذين لديهم تركيزات عالية من الجسيمات السكانية (أعلى من المتوسط). لكن يؤثر الهواء الملوث الضار على حدوث IHD عند الممارسين لمستويات من النشاط البدني الضعيف، وهو ما يعزز الدراسات التي تقول أن النشاط البدني مفيد لصحة القلب والأوعية الدموية وبالتالي تدعم اعتماد استراتيجيات لتحسين الصحة من خلال تعزيز النشاط البدني والتخفيف من تلوث الهواء. غير أن هناك الحاجة إلى مزيد من الدراسات للبناء على دليل النشاط البدني وتفاعلات تلوث الهواء على حدوث الأمراض القلبية الوعائية (Raza et al., 2021).

7. الآثار الصحية والاقتصادية لتلوث الهواء : تلوث الهواء هو مزيج معقد من المكونات الغازية والجسيمات التي تختلف من حيث المكان والزمان (Bourdrel et al., 2021)، ويعد مشكلة أساسية في أجزاء كثيرة من العالم، فهو يؤثر على صحة الإنسان، مثل أمراض القلب والأوعية الدموية، والتأثير على البيئة، مثل المطر الحمضي، وتغير المناخ، والاحتباس الحراري. حسب دراسة لـ Song et al يحدث الضباب الدخاني الكثيف مع الجسيمات (PM) ويغطي معظم مدن العالم بشكل متكرر. (Bai et al, 2018) وفقا للأبحاث الطبية، تتسبب جسيمات PM في درجات مختلفة من الضرر للجهاز التنفسي والقلب والأوعية الدموية والجهاز العصبي المركزي والجهاز المناعي. (Lubinski et al, 2005, (Chahine et al, 2017) من الواضح أن التعرض لتلوث الهواء مرتبط بمجموعة من الآثار الصحية الضارة، والتي لها عواقب اقتصادية، وفقا لمنظمة التعاون الاقتصادي والتنمية (2014)، في عام 2010، بلغت التكاليف الاجتماعية الناشئة عن الآثار الصحية لتلوث الهواء الخارجي حوالي 1700 مليار دولار في دول منظمة التعاون الاقتصادي والتنمية. و 1900 مليار دولار في الصين والهند. لكن هذه الدراسة تظهر أيضا أنه إذا كانت التكاليف الاجتماعية المنسوبة إلى الوفيات المبكرة تمثل الجزء الأكبر من هذا الإجمالي، فإن تقدير التكاليف الاجتماعية المرتبطة بالمرض يظل غير كافٍ للغاية (Hunt et al, 2016) وفي هذا الصدد، تمت مراجعة منهجية لتقييم آثار ملوثات الهواء على جودة الحيوانات المنوية، أين وضع Lafuente et al أربعة معايير جودة السائل المنوي، بما في ذلك تفتيت الحمض النووي، وعدد الحيوانات المنوية، وحركة الحيوانات المنوية، وتشكل الحيوانات المنوية. خلصت معظم الدراسات إلى أن تلوث الهواء أثر على واحد على الأقل من معايير جودة السائل المنوي الأربعة المشمولة في المراجعة (Lafuente et al, 2016).
أن خطر الوفاة الطبيعية يزداد بشكل ملحوظ عند التعرض لـ PM_{2.5} لفترة طويلة، كما أن هناك علاقة ارتباط موجبة بين PM_{2.5} ومعدل الوفيات بأمراض القلب. بالإضافة إلى ذلك، مع زيادة تركيز PM_{2.5} يرتفع معدل وفيات مرضى القلب (Beelen et al, 2014).

أمراض القلب والأوعية الدموية (CVD) هي أهم سبب للوفيات المبكرة في جميع أنحاء العالم، حيث تمثل 422.3 مليون حالة و 17.92 مليون حالة وفاة في عام 2015 (Lelieveld et al, 2019) يعتبر تلوث الهواء المحيط، الذي يتكون بشكل عام من الأوزون وثاني أكسيد الكبريت وثاني أكسيد النيتروجين (NO₂) والجسيمات (PM)، من العوامل الرئيسية المساهمة في العبء العالمي للمرض وعامل خطر مهم للوفيات. غالبا ما يتم قياس الجسيمات PM_{2.5}، لتمثيل الجسيمات التي يبلغ قطرها 2.5 ميكرومتر أو أقل، و PM₁₀، لتمثيل الجسيمات التي يبلغ قطرها 10 ميكرومتر أو أقل. فُدر أن التعرض المحيط للجسيمات الدقيقة 2.5 وحده تسبب في 4.2 مليون حالة وفاة في عام 2015، منها 1.5 مليون حالة وفاة ناجمة عن أمراض القلب الإقفارية (IHDs) (Cohen et al, 2017, P1907).

8. معضلة ازدواجية ممارسة النشاط البدني وتلوث الهواء (السلوكيات/ الآثار الصحية): بالنسبة لسلوكيات الأفراد، تشير الأدبيات الحالية إلى أن تلوث الهواء قد يقلل من مستويات النشاط البدني أثناء نوبات تلوث الهواء المرتفعة أو قد يمنع الأشخاص من ممارسة النشاط البدني في البيئات شديدة التلوث، مما قد يلغي بعض أو كل فوائد ممارسة النشاط البدني، وأن المخاطر الصحية الناتجة عن التعرض لتلوث الهواء يمكن أن تلغي فوائد السياسات التي تهدف إلى زيادة النشاط البدني. ومع ذلك، فإن تأثير تلوث الهواء على سلوك النشاط البدني والصحة لا يقتصر فقط على البيئات الخارجية (Outdoor)؛ إذ يتغلغل الهواء الملوث الخارجي (Exogenous sources) إلى البيئات الداخلية (Indoor)، وفي نفس الوقت لهذه البيئات مصادر خاصة (Endogenous sources) لتلوث الهواء. قد يثني تلوث الهواء المحيط الناس عن الانخراط في نشاط بدني منتظم من خلال عدة آليات. أولاً، يقلل تلوث الهواء من وظائف الرئة، ويرفع ضغط الدم، وأعراض القلب والأوعية الدموية والجهاز التنفسي الأخرى مما يؤدي إلى ضعف القدرة على التمرين والأداء ثانياً، يمكن لتلوث الهواء المرئي، مثل الضباب الدخاني، أن يثني الناس عن الانخراط في الأنشطة الخارجية، حيث أجاب ما مجموعه 1305 فرداً أنهم فعلوا شيئاً مختلفاً بسبب سوء جودة الهواء، كان التغيير الأكثر شيوعاً هو قضاء وقت أقل في الهواء الطلق (Wells et al., 2012). إلا أن الانخراط في ممارسة النشاط البدني ذو شدة معتدلة إلى قوية 5 مرات / أسبوع ارتبط بشكل كبير بانخفاض خطر الإصابة بأمراض القلب والأوعية الدموية، حيث تم الحفاظ على التأثير الوقائي للنشاط البدني ذو الشدة المعتدلة إلى القوية على مخاطر أمراض القلب والأوعية الدموية ضمن مجموعات كل من PM_{2.5} المرتفع والمنخفض باستثناء أمراض القلب التاجية (Kim et al., 2020).

أما بالنسبة للآثار الصحية، اختلفت الدراسات التي تناولت التقييم قصير المدى لتلوث الهواء والنشاط البدني من حيث التصميم وخصائص التعرض للملوثات والنتائج، بشكل عام، يبدو أن هناك القليل من الأدلة على التفاعل بين تلوث الهواء والنشاط البدني للتأثيرات الصحية قصيرة المدى، ولكن هناك أدلة موحية على أن الآثار الصحية قصيرة المدى للنشاط البدني قد تكون أضعف أو حتى منعدمة في المستويات الأعلى من تلوث الهواء. حسب Andersen et al, Fisher et al, Kubesch et al, Zhang et al لا يوجد تفاعل بين تلوث الهواء والنشاط البدني على النتائج الصحية طويلة المدى للوفيات، ومعدل الإصابة بالربو، ومرض الانسداد الرئوي المزمن، واحتشاء عضلة القلب، وعلامات الالتهاب، غير أن نتائج Lamichhane et al, Wong et al تشير إلى أن النشاط البدني قد يكون له تأثير مفيد في الحماية من الآثار الضارة لتلوث الهواء على الوفيات المبكرة وانخفاض وظائف الرئة، وهو يوافق ما توصل إليه Ao et al أنه من أجل الوقاية من مرض السكري من النوع 2 لدى كبار السن، يمكن أن تفوق الفوائد الصحية للنشاط البدني الأضرار الناجمة عن تلوث الهواء، باستثناء حالات تلوث الهواء الشديدة (Ao et al., 2022). ومع ذلك، بينت دراستين لكل من McConnell et al, Yu et al على الأطفال، كلاهما في ظروف تلوث الهواء المرتفعة نسبياً أن

ممارسة النشاط البدني في المناطق ذات تلوث الهواء المرتفع قد تؤدي إلى تفاقم خطر الإصابة بالرئتين ونقل من الفوائد المرتبطة بالتمارين الرياضية فيما يتعلق باللياقة الأيضية للقلب، عند مقارنتها بممارسة التمارين في المناطق التي يقل فيها تلوث الهواء. قد يشير هذا إلى أن الأطفال قد يمثلون بشكل خاص السكان المعرضين للتأثيرات الضارة الإضافية لتلوث الهواء أثناء النشاط البدني وأيضاً أن هذه العلاقة قد تتغير اعتماداً على مستويات تلوث الهواء، أما بالنسبة لدراسات نمذجة الصحة العامة فإن الفوائد الصحية للنشاط البدني عادة ما تفوق مخاطر تلوث الهواء، إلا أنها لم تقم بتحديد كمية التعرض لتلوث الهواء أثناء النشاط البدني في أوقات الفراغ. كما أنها تميل إلى التركيز على تلوث الهواء PM_{2.5} (Tainio et al., 2005)، وهذا ما جاء في دراسة (Juneja et al., 2022)، التي أكدت على أن PM_{2.5} ملوث مهم قد يغير تأثير النشاط البدني على صحة القلب والأوعية الدموية. لذلك، من الضروري النظر في مستويات أو تركيز الملوثات الفردية الرئيسية، مثل PM_{2.5} و NO_x و SO_x و O₃ وما إلى ذلك، على القلب والأوعية الدموية.

بناء على نتائج الدراسات، خلص الباحثون إلى التوصيات التالية:

- بالنسبة إلى واضعو السياسات في مجال الصحة العامة

يجب تعزيز النشاط البدني وخفض تلوث الهواء، من خلال مراعاة استراتيجيات التخفيف من تلوث الهواء أثناء ممارسة النشاط البدني عند البناء، على سبيل المثال المرافق الرياضية والمتنزهات والمدارس ورياض الأطفال ودور الحضانة، خاصةً عندما تكون المنشأة موجهة للأشخاص المعرضين للخطر (مثل الأطفال والمراهقين وكبار السن والنساء الحوامل أو أولئك الذين يعانون من ظروف صحية حالية)

- بالنسبة للباحثين المتخصصين

دراسة العلاقة بين تلوث الهواء والنشاط البدني في البلدان المنخفضة والمتوسطة الدخل، وحسب الاختلافات المكانية داخل المدن، ولا سيما في المواقع شديدة التلوث، والتركيز على الفئات الضعيفة من السكان، مثل الأطفال والمراهقين وكبار السن والحوامل والعاملين وأولئك الذين يعانون من ظروف صحية سابقة؛ ثم التركيز على مختلف الملوثات (الجسيمات، الغازات، والمركبات العضوية المتطايرة)، ودراسة تأثير الزيادات اليومية الصغيرة في تلوث الهواء أو العيش في هواء ملوث على سلوك النشاط البدني، وفهم التغيرات اليومية والأسبوعية والموسمية في التعرض العام لتلوث الهواء، مع دراسات مستقبلية حول العلاقات بين تلوث الهواء والنشاط البدني باستخدام أحدث القياسات الفردية، سواء للنشاط البدني أو للهواء الملوث.

9. خاتمة

سمحت لنا هذه الورقة البحثية المتجولة في مختلف الدراسات التي تطرقت إلى ممارسة النشاط البدني وتلوث الهواء النظر في معضلة الانخراط في النشاط البدني في الهواء الملوث، حيث اتضح أنه يجب على المرء أن يوازن بين الفوائد الصحية لممارسة النشاط البدني مقابل المخاطر الصحية لتلوث الهواء، فقد أشارت مجموعة من الدراسات إلى أن تلوث الهواء يثني الناس عن الانخراط في الأنشطة الخارجية من خلال ضعف القدرة على ممارسة الرياضة والأداء بسبب انخفاض وظائف الرئة وارتفاع ضغط الدم وأعراض القلب والأوعية الدموية والجهاز التنفسي في الهواء الملوث. قد يكون من المهم أن تأخذ إرشادات التمرينات المستقبلية في الاعتبار الخصائص البيئية، مع التركيز على مستويات التلوث (كمياً)، ومكوناته (كيفية) لتحسين الفوائد وتجنب الأضرار الصحية. هناك ما يبرر إجراء المزيد من الأبحاث القوية حول العلاقة بين مستوى النشاط البدني والاستجابة للتحقق من صحة النتائج التي تم التوصل إليها من خلال تصميم دراسة جماعية في الأبحاث المستقبلية. يبدو أن الفوائد طويلة الأجل للنشاط البدني تفوق مخاطر تلوث الهواء، مما يدعم المزيد من تطوير السياسات التي تمكن من ممارسة النشاط البدني على المستويين المحلي والعالمي.

قائمة المختصرات List of Acronyms

CO غاز عديم الرائحة، عديم اللون وقابل للاشتعال، يتكون أول أكسيد الكربون CO أثناء الاحتراق غير الكامل للمواد العضوية (الغاز، الفحم، زيت الوقود أو الخشب، الوقود). من مصادره الرئيسية حركة مرور السيارات.

CO₂ ثاني أكسيد الكربون، غاز عديم اللون والرائحة، إنه جزء من دورة الكربون على الكوكب، الكائن الحي يحول الأكسجين إلى ثاني أكسيد الكربون، بينما تحول النباتات ثاني أكسيد الكربون إلى أكسجين. هذا التوازن يجعل من الممكن الحفاظ على النظم البيئية والسماح لكل من النباتات والحيوانات والنباتات بالعيش.

CNS (Central Nervous System) يتكون الجهاز العصبي المركزي من الدماغ والنخاع الشوكي. إنه أحد أجزاء الجهاز العصبي. الجزء الآخر هو الجهاز العصبي المحيطي، والذي يتكون من أعصاب تصل المخ والحبل الشوكي ببقية الجسم.

CVD (Cardiovascular Disease) تعد أمراض القلب والأوعية الدموية السبب الرئيسي للوفاة على مستوى العالم، حيث تؤدي بحياة ما يقدر بنحو 17.9 مليون شخص كل عام. الأمراض القلبية الوعائية هي مجموعة من اضطرابات القلب والأوعية الدموية وتشمل أمراض القلب التاجية وأمراض الأوعية الدموية الدماغية وأمراض القلب الروماتيزمية وحالات أخرى.

GEMM (Global exposure and mortality model) النموذج العالمي للوفيات يسمح بتقدير الوفيات المبكرة المرتبطة بجسيمات PM، والذي يعتمد على الدراسات التي تغطي نطاقا واسعا من التعرض للجسيمات الدقيقة عبر بلدان متعددة، بما في ذلك التراكيزات العالية. **HR** (Heart Rate) معدل ضربات القلب هو عدد المرات التي ينبض فيها القلب في كل دقيقة، والتي تتراوح عادة بين 60 و 100 مرة في الدقيقة للبالغين، قد تصل إلى 50 نبضة عند الرياضيين، يساعد قياس معدل ضربات القلب في مراقبة الصحة ومراقبة وتسيير الممارسة الرياضية للحصول على أكبر قدر من الفوائد الصحية **IHDs**. تحدث الإصابة بإقفار عضلة القلب عند انخفاض تدفق الدم إلى القلب، مما يمنع عضلة القلب من تلقي كمية كافية من الأكسجين. عادة ما يكون انخفاض تدفق الدم نتيجة انسداد جزئي أو كامل لشرايين القلب (الشرايين التاجية). **Indoor** صفة تطلق على كل نشاط يحدث داخل مبنى، وهنا نقصد به جميع النشاطات البدنية والرياضية التي تمارس داخل القاعات الرياضية.

IL1 (Interleukin-1) يعرف بأنه السيتوكين الرئيسي للاستجابات المناعية الفطرية وقد وُصف بأنه "السيتوكين الالتهابي الجوهري". ينتج IL-1 بشكل أساسي عن طريق الخلايا الوحيدة والبلاعم بعد تحفيز خارجي. **IL-6** (L'interleukine 6) انترلوكين 6 هو سيتوكين ينتمي إلى ثلاثي السيتوكينات المؤيدة للالتهابات للمناعة الفطرية في المرحلة الحادة من الالتهاب. على وجه الخصوص، فإنه يحفز إفراز بروتينات المرحلة الحادة أثناء تفاعل الجهاز المناعي الفطري. حينها هو IL6 الموجود على الكروموسوم البشري.

IL-10 (L'interleukine 10) هو السيتوكين الأكثر مضادا للالتهابات لأنه يقلل الالتهاب الذي تتوسطه البلاعم (Macrophage) والخلايا المفاوية (Lymphocytes). في الواقع، أحد إجراءاته الرئيسية هو القضاء على الخلايا T، وهي نوع فرعي من الخلايا T التي تنتج السيتوكينات الالتهابية.

IL-1ra (interleukin-1 receptor antagonist protein) أحد أفراد عائلة IL1 يرتبط بمستقبلات IL-1، وهو علامة بيولوجية للالتهاب، تتميز المرحلة الحادة من الالتهاب بإنتاج الكبد لبروتينات الطور الحاد بوظائف تحفيز وتعديل مختلفة. يفرز الكبد IL-1 Ra كبروتين طور حاد، يلعب دورا في تعديل الاستجابة الالتهابية.

MI (Myocardial Infarction) احتشاء عضلة القلب أو النوبة القلبية هو أحد أنواع متلازمة الشريان التاجي الحادة تحصل نتيجة انسداد في الشرايين التاجية، ولا تصل كمية كافية من الاوكسجين الى عضلة القلب، ينتج احتشاء عضلة القلب بسبب انسداد في الشرايين المغذية لعضلة القلب، مما يؤدي إلى تلف الأنسجة بسبب نقص الاكسجين

NCDs (Non-communicable diseases) الأمراض غير المعدية هي الأمراض التي لا تنتشر عن طريق العدوى أو من خلال أشخاص آخرين، ولكنها عادة ما تسببها سلوكيات غير صحية. إنها السبب الرئيسي للوفاة في جميع أنحاء العالم وتشكل تهديدا كبيرا للصحة والتنمية، لا سيما في البلدان المنخفضة والمتوسطة الدخل. منها أمراض القلب والأوعية الدموية، الأمراض السرطانية، السكري، أمراض الجهاز التنفسي المزمنة. ومع ذلك، يمكن الوقاية من هذه الأمراض إلى حد كبير، يمكن الوقاية من 80٪ من أمراض القلب والسكتات الدماغية ومرض السكري من النوع 2 وأكثر من ثلث الأمراض السرطانية عن طريق الإقلاع عن التدخين واتباع نظام غذائي صحي والنشاط البدني.

NO أكسيد النيتريك غاز مؤكسد غير قابل للاشتعال وله رائحة حلوة قوية. يمكن إطلاقه بفعل تأثير حمض النيتريك على المعادن (مثل حفر المعادن) وهو منتج ثانوي لاحتراق الوقود الأحفوري.

NO2 ثاني أكسيد النيتروجين (**NO2**) هو مركب كيميائي جزء من مجموعة من الغازات شديدة التفاعل تسمى أكاسيد النيتروجين (**NOx**) مثل أكسيد النيتريك (**NO**) من الملوثات الرئيسية للغلاف الجوي للأرض.

NOx أكسيد النيتروجين هي عائلة من الجزيئات بما في ذلك على وجه الخصوص أكسيد النيتريك (**NO**) وثاني أكسيد النيتروجين (**NO2**) تتشكل هذه الغازات في محركات السيارات أثناء احتراق الوقود عند درجة حرارة عالية، وهي خطيرة على الصحة.

Outdoor صفة تطلق على كل موجود أو يحدث أو يتم تنفيذه خارج المبنى وليس داخله، وهنا نقصد به جميع النشاطات البدنية والرياضية التي تمارس خارج القاعات و المسابح الرياضية المغطاة.

PA (Physical Activity) تعرف منظمة الصحة العالمية (WHO) النشاط البدني بأنه أي حركة جسدية تنتجها عضلات الهيكل العظمي وتتطلب إنفاق الطاقة. يشير النشاط البدني إلى جميع الحركات بما في ذلك أثناء وقت الفراغ، أو للتنقل من وإلى الأماكن، أو كجزء من العمل اليومي للفرد.

PM2.5 (Fine Particulate Matter) جسيمات دقيقة ملوثة للهواء تشكل مصدر قلق لصحة الناس، عندما ترتفع مستوياتها في الهواء. وهي عبارة عن جزيئات صغيرة في الهواء تقلل من الرؤية وتسبب في ظهور الهواء ضبابيا عند ارتفاع مستوياتها يقل قطرها عن 2.5µm .

PM10 (Particulate Matter) مواد مجهرية عالقة في الهواء أو الماء، يقل قطرها عن 10µm .

Q (Cardiac Output) حجم الدم المدفوع من القلب في الدقيقة الواحدة، ويتم حسابه بضرب معدل النبض HR في حجم الضربة SV يبلغ في حالة الراحة لدى الشخص البالغ نحو 5L.

SO2 ثاني أكسيد الكبريت هو غاز شديد السمية يسبب التسمم إذا تم استنشاقه من خلال الرئتين. يتفاعل مع الماء، يشكل حمض الكبريتيك (H2SO4) وبالتالي، يمكن لثاني أكسيد الكبريت المستنشق أن يسبب حرقا في الجهاز التنفسي.

SV (Stroke Volume) حجم الدم المدفوع من القلب في الضربة الواحدة ويبلغ أثناء الراحة لدى الأشخاص البالغين من الذكور 70 – 90ml، بينما لدى الإناث 50 – 70ml، وهو يتناسب عكسياً مع معدل نبض القلب HR.
TNF- α (Tumour Necrosis Factor alpha) مضادات فعالة، سيتوكين التهابي تنتجه كريات الدم البيضاء (Monocytes) / الخلايا المناعية (Macrophages) أثناء الالتهاب الحاد.
V (Pulmonary Ventilator) تشير التهوية إلى حركة الغازات التنفسية بين الغلاف الجوي ومنطقة تبادل الغازات في الرئة (الحوصلات لروئية)، وتشير التهوية الرئوية إلى حركة الغازات داخل وخارج الرئتين.
VT (Tidal Volume) كمية الهواء في نفس واحد أثناء التنفس الهادئ الناتجة عن عملية الشهيق والزفير قيمتها في حالة الراحة 0.5 لتر

منظمة الصحة العالمية هي وكالة متخصصة في الصحة العامة تابعة لمنظمة الأمم المتحدة أنشئت في عام 1948. وهي مسؤولة مباشرة أمام المجلس الاقتصادي والاجتماعي للأمم المتحدة ويقع مقرها الرئيسي في سويسرا.  **WHO** World Health Organization

المراجع References

1. القرآن الكريم Holly Quran
2. وزارة الصحة، الإدارة العامة للبرامج الصحية والأمراض المزمنة، دليل النشاط البدني للمارس الصحي، الرياض، 1441هـ - 2020م.
3. Aaron J Cohen, Michael Brauer, Richard Burnett, H Ross Anderson. Estimates and 25-year trends of the global burden of disease attributable to ambient air pollution: An analysis of data from the Global Burden of Diseases Study 2015, The Lancet 389(10082) DOI:10.1016/S0140-6736(17)30505-6 2017, 2017.
4. Al-Kindi SG, Brook RD, Biswal S, Rajagopalan S. Environmental determinants of cardiovascular disease: lessons learned from air pollution. Nat Rev Cardiol. 2020 Oct;17(10):656-672. doi: 10.1038/s41569-020-0371-2. Epub 2020 May 7. PMID: 32382149; PMCID: PMC7492399.
5. An R, Kang H, Cao L, Xiang X. Engagement in outdoor physical activity under ambient fine particulate matter pollution: A risk-benefit analysis. J Sport Health Sci. 2022 Jul;11(4):537-544. doi: 10.1016/j.jshs.2020.09.008. Epub 2020 Oct 6. PMID: 33035708; PMCID: PMC7537654.
6. An R, Xiang X. Ambient fine particulate matter air pollution and leisure-time physical inactivity among US adults. Public Health. 2015 Dec;129(12):1637-44. doi: 10.1016/j.puhe.2015.07.017. Epub 2015 Aug 12. PMID: 26277287.
7. Ao L, Zhou J, Han M, Li H, Li Y, Pan Y, Chen J, Xie X, Jiang Y, Wei J, Chen G, Li S, Guo Y, Hong F, Li Z, Xiao X, Zhao X. The joint effects of physical activity and air pollution on type 2 diabetes in older adults. BMC Geriatr. 2022 Jun 1;22(1):472. doi: 10.1186/s12877-022-03139-8. PMID: 35650529; PMCID: PMC9158242.
8. Audrey, Michaud, Les connaissances et les pratiques déclarées d'entraîneurs qui œuvrent au sein de programmes Sport-études au sujet de la planification et de la régulation de l'entraînement, Mémoire Maîtrise en sciences de l'activité physique, Université de Sherbrooke, (2019).
9. Bai L, Wang J, Ma X, Lu H. Air Pollution Forecasts: An Overview. Int J Environ Res Public Health. 2018 Apr 17;15(4):780. doi: 10.3390/ijerph15040780. PMID: 29673227; PMCID: PMC5923822.
10. Beelen R, Raaschou-Nielsen O, Stafoggia M, Andersen ZJ, Weinmayr G, Hoffmann B, Wolf K, Samoli E, Fischer P, Nieuwenhuijsen M, Vineis P, Xun WW, Katsouyanni K, Dimakopoulou K. Effects of long-term exposure to air pollution on natural-cause mortality: an analysis of 22 European cohorts within the multicentre ESCAPE project. Lancet. 2014 Mar 1;383(9919):785-95. doi: 10.1016/S0140-6736(13)62158-3. Epub 2013 Dec 9. PMID: 24332274.
11. Bourdon P.C., Cardinal M., Murray A., Gastin P., Kellmann M., Varley M.C., Gabbett T.J., Coutts A.J., Burgess D.J., Gregson W., Cable T. Monitoring athlete training loads: Consensus statement. International Journal of Sports Physiology and Performance, 12, 161-170. (2017.).
12. Bourdrel T, Annesi-Maesano I, Alahmad B, et al. The impact of outdoor air pollution on COVID-19: a review of evidence from in vitro, animal, and human studies. Eur Respir Rev 2021; 30: 200242 [https://doi.org/10.1183/16000617.0242-2020].
13. Carl, J. Caspersen, Kenneth E. Powell, Gregory M. Christensen, Physical Activity, Exercise, and Physical Fitness: Definitions and Distinctions for Health-Related Research, 1985, Public Health Reports, 126 – 130.
14. Chahine T, Baccarelli A, Litonjua A, Wright RO, Suh H, Gold DR, Sparrow D, Vokonas P, Schwartz J. Particulate air pollution, oxidative stress genes, and heart rate variability in an elderly cohort. Environ Health Perspect. 2007 Nov;115(11):1617-22. doi: 10.1289/ehp.10318. PMID: 18007994; PMCID: PMC2072834.
15. Clark C, Sbihi H, Tamburic L, Brauer M, Frank LD, Davies HW. Association of Long-Term Exposure to Transportation Noise and Traffic-Related Air Pollution with the Incidence of Diabetes: A Prospective Cohort Study. Environ Health Perspect. 2017 Aug 31;125(8):087025. doi: 10.1289/EHP1279. PMID: 28934721; PMCID: PMC5783665.
16. Clément, Villars; Mesure objective de l'activité physique en condition de vie libre et relation avec l'adiponectine, Thèse Doctorat en Biologie, Médecine, Santé, 2011, Université Claude Bernard, Lyon1.

17. Cohen AJ, Brauer M, Burnett R, Anderson HR, Frostad J, Estep K, Balakrishnan K, Brunekreef B, Dandona L, Dandona R, Feigin V, Freedman G, Hubbell B, Jobling A, Kan H, Knibbs L, Liu Y, Martin R, Morawska L, Pope CA 3rd, Shin H, Straif K, Shaddick G, Thomas M, van Dingenen R, van Donkelaar A, Vos T, Murray CJL, Forouzanfar MH. Estimates and 25-year trends of the global burden of disease attributable to ambient air pollution: an analysis of data from the Global Burden of Diseases Study 2015. *Lancet*. 2017 May 13;389(10082):1907-1918. doi: 10.1016/S0140-6736(17)30505-6. Epub 2017 Apr 10. Erratum in: *Lancet*. 2017 Jun 17;389(10087):e15. Erratum in: *Lancet*. 2018 Apr 21;391(10130):1576. PMID: 28408086; PMCID: PMC5439030.
18. David Allen Y. Puen, Alvin George C. Cobar, Heildenberg C. Dimarucot, Rhene A. Camarador (2021) Perceived Barriers to Physical Activity of College Students in Manila, Philippines during the COVID-19 Community Quarantine: An Online Survey, *Sport Mont Journal*• DOI 10.26773/smj.210617 P3-8.
19. Delecroix. Barthélemy, Charge de travail et blessures dans le football de haut niveau, Thèse de Doctorat, Université Lille, (2019).
20. Duclos M, Oppert JM, Verges B, Coliche V, Gautier JF, Guezennec Y, Reach G, Strauch G; SFD diabetes and physical activity working group. Physical activity and type 2 diabetes. Recommendations of the SFD (Francophone Diabetes Society) diabetes and physical activity working group. *Diabetes Metab*. 2013 May;39(3):205-16. doi: 10.1016/j.diabet.2013.03.005. Epub 2013 May 2. PMID: 23643351.
21. Giada F, Biffi A, Agostoni P, Anedda A, Belardinelli R, Carlon R, Carù B, D'Andrea L, Delise P, De Francesco A, Fattirolli F, Guglielmi R, Guiducci U, Pelliccia A, Penco M, Perticone F, Thiene G, Vona M, Zeppilli P; Joint Italian Societies' Task Force on Sports Cardiology. Exercise prescription for the prevention and treatment of cardiovascular diseases: part I. *J Cardiovasc Med (Hagerstown)*. 2008 May;9(5):529-44. doi: 10.2459/JCM.0b013e3282f7ca77. PMID: 18404008.
22. Hahad O, Kuntic M, Frenis K, Chowdhury S, Lelieveld J, Lieb K, Daiber A, Münzel T. Physical Activity in Polluted Air-Net Benefit or Harm to Cardiovascular Health? A Comprehensive Review. *Antioxidants (Basel)*. 2021 Nov 8;10(11):1787. doi: 10.3390/antiox10111787. PMID: 34829658; PMCID: PMC8614825.
23. Hunt, A. et al. (2016), "Social Costs of Morbidity Impacts of Air Pollution", OECD Environment Working Papers, No. 99, OECD Publishing, Paris. <http://dx.doi.org/10.1787/5jm55j7cq0lv-en>.
24. John P. Porcari, Cedric X. Bryant, Fabio Comana, Exercise Physiology, Quincy McDonald 2015, USA.
25. Juneja Gandhi T, Garg PR, Kurian K, Bjurgert J, Sahariah SA, Mehra S, Vishwakarma G. Outdoor Physical Activity in an Air Polluted Environment and Its Effect on the Cardiovascular System-A Systematic Review. *Int J Environ Res Public Health*. 2022 Aug 24;19(17):10547. doi: 10.3390/ijerph191710547. PMID: 36078268; PMCID: PMC9517891.
26. Kim SR, Choi S, Keum N, Park SM. Combined Effects of Physical Activity and Air Pollution on Cardiovascular Disease: A Population-Based Study. *J Am Heart Assoc*. 2020 Jun 2;9(11):e013611. doi: 10.1161/JAHA.119.013611. Epub 2020 May 23. Erratum in: *J Am Heart Assoc*. 2020 Aug 18;9(16):e014563. PMID: 32448042; PMCID: PMC7429004.
27. Kriska, Andrea M. Caspersen, Carl J.. Introduction to a Collection of Physical Activity Questionnaires. *Medicine & Science in Sports & Exercise* 29(6): p 5-9, June 1997.
28. Lafuente R, García-Blàquez N, Jacquemin B, Checa MA. Outdoor air pollution and sperm quality. *Fertil Steril*. 2016 Sep 15;106(4):880-96. doi: 10.1016/j.fertnstert.2016.08.022. Epub 2016 Aug 24. PMID: 27565259.
29. Lelieveld J, Klingmüller K, Pozzer A, Pöschl U, Fnais M, Daiber A, Münzel T. Cardiovascular disease burden from ambient air pollution in Europe reassessed using novel hazard ratio functions. *Eur Heart J*. 2019 May 21;40(20):1590-1596. doi: 10.1093/eurheartj/ehz135. PMID: 30860255; PMCID: PMC6528157.
30. Liu C, Ying Z, Harkema J, Sun Q, Rajagopalan S. Epidemiological and experimental links between air pollution and type 2 diabetes. *Toxicol Pathol*. 2013 Feb;41(2):361-73. doi: 10.1177/0192623312464531. Epub 2012 Oct 26. PMID: 23104765; PMCID: PMC3988529.
31. Louisa, G. Sylvia., Emily, E. Bernstein., Jane, Hubbard., Leigh Keating. A Practical Guide to Measuring Physical Activity. November 2013 *Journal of the American Academy of Nutrition and Dietetics* 114(2). DOI:10.1016/j.jand.2013.09.018.
32. Lubiński W, Toczyska I, Chciałowski A, Plusa T. Influence of air pollution on pulmonary function in healthy young men from different regions of Poland. *Ann Agric Environ Med*. 2005;12(1):1-4. PMID: 16028857.
33. Scott K. Powers, Edward T. Howley (2018), *Exercise Physiology; Theory and Application to Fitness and Performance* 10th Edition, McGraw-Hill Education, New York.
34. Strath SJ, Kaminsky LA, Ainsworth BE, Ekelund U, Freedson PS, Gary RA, Richardson CR, Smith DT, Swartz AM; American Heart Association Physical Activity Committee of the Council on Lifestyle and Cardiometabolic Health and Cardiovascular, Exercise, Cardiac Rehabilitation and Prevention Committee of the Council on Clinical Cardiology, and Council. Guide to the assessment of physical activity: Clinical and research applications: a scientific statement from the American Heart Association. *Circulation*. 2013 Nov 12;128(20):2259-79. doi: 10.1161/01.cir.0000435708.67487.da. Epub 2013 Oct 14. PMID: 24126387.
35. <https://vtechworks.lib.vt.edu/bitstream/handle/10919/30271/2etd.pdf?sequence=2>

36. <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/physical-activity>
37. NIH, Physical activity and cardiovascular health. Consensus Development Panel on Physical Activity and Cardiovascular Health. JAMA. 1996 Jul 17; 276(3):241-6. PMID: 8667571.
38. Pate RR, O'Neill JR, Lobelo F. The evolving definition of "sedentary". Exerc Sport Sci Rev. 2008 Oct;36(4):173-8. doi: 10.1097/JES.0b013e3181877d1a. PMID: 18815485.
39. Nimmo MA, Leggate M, Viana JL, King JA. The effect of physical activity on mediators of inflammation. Diabetes Obes Metab. 2013 Sep;15 Suppl 3:51-60. doi: 10.1111/dom.12156. PMID: 24003921.
40. Raza W, Krachler B, Forsberg B, et al Air pollution, physical activity and ischaemic heart disease: a prospective cohort study of interaction effects BMJ Open 2021;11:e040912. doi: 10.1136/bmjopen-2020-040912
41. Xavier, Roy, L'utilisation des données de la charge d'entraînement via la méthode de la séance-RPE dans le processus réflexif de programmation et de régulation de l'intervention sportive d'entraîneurs en football universitaire québécois, thèse de doctorat, Université du Québec, (2019).
42. Yu H, An R, Andrade F. Ambient Fine Particulate Matter Air Pollution and Physical Activity: A Longitudinal Study of University Retirees in Beijing, China. Am J Health Behav. 2017 Jul 1;41(4):401-410. doi: 10.5993/AJHB.41.4.4. PMID: 28601099.
43. Saw, A. E., Main, L. C., & Gastin, P. B. Monitoring the athlete training response: subjective self-reported measures trump commonly used objective measures: a systematic review. British Journal of Sports Medicine, 50, 281-291. <http://doi.org/10.1136/bjsports-2015-094758>. (2016).
44. Nora Shields, Anneliese Jane Synnot, Megan Barr (2012), Perceived barriers and facilitators to physical activity for children with disability: a systematic review, Br J Sports Med;46: P989–997. doi:10.1136/bjsports-2012-090236.
45. Wells EM, Dearborn DG, Jackson LW. Activity change in response to bad air quality, National Health and Nutrition Examination Survey, 2007-2010. PLoS One. 2012;7(11):e50526. doi: 10.1371/journal.pone.0050526. Epub 2012 Nov 30. PMID: 23226304; PMCID: PMC3511511.
46. Petersen AM, Pedersen BK. The anti-inflammatory effect of exercise. J Appl Physiol (1985). 2005 Apr;98(4):1154-62. doi: 10.1152/jappphysiol.00164.2004. PMID: 15772055.
47. Tainio M, Jovanovic Andersen Z, Nieuwenhuijsen MJ, Hu L, de Nazelle A, An R, Garcia LMT, Goenka S, Zapata-Diomedes B, Bull F, Sá TH. Air pollution, physical activity and health: A mapping review of the evidence. Environ Int. 2021 Feb;147:105954. doi: 10.1016/j.envint.2020.105954. Epub 2020 Dec 19. PMID: 33352412; PMCID: PMC7816214.
48. WHO/ Available online: <file:///C:/Users/SMART-TECH%20012021/Downloads/9789240000278-eng.pdf> (accessed on 2 April 2023).
49. Yu H, Cheng J, Gordon SP, An R, Yu M, Chen X, Yue Q, Qiu J. Impact of Air Pollution on Sedentary Behavior: A Cohort Study of Freshmen at a University in Beijing, China. Int J Environ Res Public Health. 2018 Dec 10;15(12):2811. doi: 10.3390/ijerph15122811. PMID: 30544739; PMCID: PMC6313684.
50. Li ZH, Zhong WF, Zhang XR, Chung VC, Song WQ, Chen Q, Wang XM, Huang QM, Shen D, Zhang PD, Liu D, Zhang YJ, Chen PL, Cheng X, Yang HL, Cai MC, Gao X, Kraus VB, Mao C. Association of physical activity and air pollution exposure with the risk of type 2 diabetes: a large population-based prospective cohort study. Environ Health. 2022 Nov 6;21(1):106. doi: 10.1186/s12940-022-00922-3. PMID: 36336676; PMCID: PMC9639290.
51. Wen, XJ., Balluz, L. & Mokdad, A. Association Between Media Alerts of Air Quality Index and Change of Outdoor Activity Among Adult Asthma in Six States, BRFSS, 2005. J Community Health 34, 40–46 (2009). <https://doi.org/10.1007/s10900-008-9126-4>.