مجلة الثقافة الرياضية
SPORTS CULTURE JOURNAL
Vol.17, No.1, (2026): 206-216.
كلية التربية البدنية وعلوم الرياضة - جامعة تكريت
Tikrit University
IRAQI
Iraqi Academic Journals
DOI : https://doi.org/10.25130/sc.2026.17.1.12
ISSN: 2070 – 1234 / E - ISSN: 2616 – 5678
https://jsc.tu.edu.iq/index.php/jsc/index

Impact Program for Balance Rehabilitation (Static and Dynamic) for Victims of Rocket Torsion

*Idrees Yaseer Khalaf
University of Tikrit / College of Physical Education and Sport Science

ARTICLE

Received: 8/ 2 / 2026
Revised: 26/ 3 / 2026
Accepted: 27 / 3 / 2026
Available online: 30 /6/ 2026

Keywords

- Kinetic balance
- rehabilitation programs
- ankle sprain
- kinetic rehabilitation

ABSTRACT

This research seeks to study the effect of a proposed rehabilitation exercise program on improving static and dynamic balance for those with ankle sprains. The researcher used an experimental methodology employing a single-group design with pre- and post-tests, which was appropriate for the nature of the study. The rehabilitation program was implemented on a group of players with ankle sprains, and it included a set of exercises aimed at enhancing balance, increasing motor ability, and improving neuromuscular coordination. Appropriate measurement tools were used to assess the level of motor balance before and after the implementation of the program. The results showed statistically significant differences that support the post-test, indicating the effectiveness of the proposed rehabilitation program in improving the motor balance of the participants. The study recommends the necessity of implementing such rehabilitation programs in rehabilitation centers for their positive role in enhancing the efficiency and effectiveness of users in the community

Corresponding Author; Idrees Yaseer Khalaf
University of Tikrit / College of Physical Education and Sport Science
Email: idrees.yaseer@tu.edu.iq
ORCID: 0009-0005-3203-7822

© 2024 This is an open access article under the CC by licenses http://creativecommons.org/licenses/by/4.0

تأثير برنامج تأهيلي مقترح في تحسين الاتزان(الثابت والمتحرك) للاعبين للمصابين بالتواء الكاحل

ادريس ياسر خلف

جامعة تكريت/ كلية التربية البدنية وعلوم الرياضة

تفاصيل المقال

تاريخ الاستلام: 8 / 2 / 2026

النسخة المعدلة : 26 / 3 / 2026

تاريخ القبول: 27 / 3 / 2026

متوفر على الانترنت : 2026/6/30

الكلمات المفتاحية

- التوازن الحركي
- برامج التأهيل
- التواء الكاحل
- التأهيل الحركي

الخلاصة

يسعى هذا البحث إلى دراسة تأثير برنامج من التمارين التأهيلية مقترحة على تحسين التوازن الثابت والحركي للمصابين بالتواء الكاحل ,استخدم الباحث منهجية تجريبية تستخدم تصميم مجموعة واحدة مع قياسات قبلية وبعدية وكانت مناسبة لطبيعة الدراسة, تم تنفيذ البرنامج التأهيلي على مجموعة من الاعبين المصابين بالتواء الكاحل، وتضمن مجموعة من التمارين التي تهدف إلى تعزيز التوازن،وزيادة القوة الحركية،وتحسين التنسيق العصبي العضلي، تم استخدام أدوات قياس مناسبة لتقييم مستوى التوازن الحركي قبل وبعد تنفيذ البرنامج اظهرت النتائج عن وجود فروق ذات دلالة إحصائية تدعم القياس البعدي، مما يشير إلى فاعلية البرنامج التأهيلي المقترح في تحسين التوازن الحركي للمشاركين، توصي الدراسة بضرورة تطبيق مثل هذه البرامج التأهيلية في مراكز التأهيل لدورها الإيجابي في تعزيز الكفاءة والفعالية للمستخدمين في المجتمع.

© 2024 This is an open access article under the CC by licenses http://creativecommons.org/licenses/by/4.0

1-التعريف بالبحث

1-1 المقدمة واهمية البحث

تتعد إصابات التواء الكاحل من أكثر الإصابات شيوعًا في المجال الرياضي، لما لها من تأثير مباشر على كفاءة الأداء الحركي والتوازن لدى اللاعبين. إذ يؤدي ضعف التوازن بنوعيه الثابت والمتحرك إلى زيادة احتمالية تكرار الإصابة وتأخر العودة إلى النشاط الرياضي. ومن هنا تبرز أهمية البرامج التأهيلية التي تهدف إلى استعادة الوظائف الحركية وتحسين السيطرة العصبية العضلية، بما يسهم في تعزيز الاستقرار الوظيفي للمفصل.

وتأتي هذه الدراسة لتسليط الضوء على تأثير برنامج تأهيلي مقترح في تحسين التوازن (الثابت والمتحرك) لدى اللاعبين المصابين بالتواء الكاحل، من خلال تطبيق مجموعة من التمارين المتدرجة التي تراعي مبادئ التأهيل الحديثة، بهدف تسريع عملية الشفاء وتقليل مخاطر الإصابة المتكررة.

1-2 مشكلة البحث

تتمثل مشكلة البحث في تعرض عدد من لاعبي ناديي العلم ونادي الطوز لكرة القدم في محافظة صلاح الدين لإصابات التواء الكاحل بشكل متكرر، مما يؤدي إلى ضعف في التوازن بنوعيه الثابت والمتحرك، ويؤثر سلبًا على مستوى أدائهم الرياضي واستمراريتهم في التدريب والمنافسة كما يُلاحظ وجود نقص في البرامج التأهيلية المتخصصة التي تركز على تحسين التوازن واستعادة الكفاءة الوظيفية للمفصل، الأمر الذي يستدعي إعداد برنامج تأهيلي مقترح لمعالجة هذه المشكلة.

1-3أهداف البحث

1-تصميم برنامج تأهيلي مقترح في تحسين الاتزان(الثابت والمتحرك) للاعبين للمصابين بالتواء الكاحل.

2-التعرف على برنامج تأهيلي مقترح في تحسين الاتزان(الثابت والمتحرك) للاعبين للمصابين بالتواء الكاحل.

1-4فرض البحث

1-توجد فروق ذات دلالة إحصائية بين القياسين القبلي والبعدي في الاتزان(الثابت والمتحرك) للاعبين للمصابين بالتواء الكاحل.

© 2024 This is an open access article under the CC by licenses http://creativecommons.org/licenses/by/4.0

5-1مجالات البحث

1-5-1 المجال البشري: لاعبو نادي العلم الرياضي ونادي الطوز لكرة القدم في محافظة صلاح الدين.

1-5-2 المجال الزماني: من تاريخ 1/3/ 2026 ولغاية 3/8/ 2026.

1-5-3 المجال المكاني: مستشفى التأهيل الطبي الحكومي(صلاح الدين-تكريت).

3- اجراءات البحث

3-1 منهج البحث

ستخدم الباحث المنهج التجريبي بأسلوب القياس القبلي والبعدي لمجموعة واحدة، وذلك لملاءمته لطبيعة البحث وأهدافه.

3-2 مجتمع البحث وعينته

اختيار عينة البحث بالطريقة العمدية من لاعبي نادي العلم ونادي الطوز من المصابين بالتواء الكاحل، حيث بلغ عددهم (6) لاعبين،(4)من نادي العلم و(2)من نادي الطوز ممن تنطبق عليهم شروط المشاركة في البرنامج التأهيلي، مثل خلوهم من الإصابات الأخرى والتزامهم بالتدريب، وذلك بهدف تطبيق البرنامج التأهيلي المقترح ودراسة تأثيره في تحسين التوازن الثابت والمتحرك لديهم.

3-3 تجانس عينة البحث

الجدول (1)

تجانس عينة البحث في المتغيرات (العمر، الوزن)

المعالم الإحصائية / المتغيرات	الوسط الحسابي (سَ)	الانحراف المعياري (±ع)	الوسيط	معامل الالتواء
العمر(سنة)	22.3	2.1	22	0.11
الوزن(كغم)	71.25	5.3	71	0.14

من خلال الجدول (1) تم حساب المتوسط والوسيط والانحراف المعياري ومعامل الالتواء لعمر ووزن الأفراد للتحقق من تســـاوي العينة, أظهرت قيمة معامل الالتواء أنها في الحدود المقبولة إحصـــائيًا

© 2024 This is an open access article under the CC by licenses http://creativecommons.org/licenses/by/4.0

(±1)، مما يدل على أن بيانات العينة متجانســة وتتبع التوزيع الطبيعي، وهذا يتيح القيام بالتحليلات الإحصائية المناسبة.

3-4 وسائل جمع المعلومات الاجهزة والادوات المستخدمة في البحث:

3-4-1 وسائل جمع المعلومات

- المصادر والمراجع العلمية العربية والاجنبية.
- شبكة الانترنت.

3-4-2 ادوات البحث

استخدم الباحث الاجهزة والأدوات الآتية:

1. جهاز قياس الطول (السنتمتر).
2. جهاز قياس الوزن (الكيلوغرام).
3. استمارة تسجيل البيانات الشخصية.
4. اقماع عدد10.
5. شريط قياس.
6. ساعة توقيت.
7. ميزان طبي.

3-4-3 اختبارات المستخدمة بالبحث

تم استخدام مجموعة من اختبارات الاتزان المناسبة مع نوع الاصابة، وتم تحديد الاختبارات عن طريق تحليل المصادر العلمية من قبل الباحث:

3-4-3-1 التوازن الحركي:(محمد حسن علاوي,2001)

1-اسم الاختبار: اختبار المشي على خط مرسوم بالجير بطول (5 م):

الغرض من الاختبار: قياس التوازن المتحرك.

الادوات اللازمة: ساعة إيقاف، خط مرسوم بالجير او بشريط لاصق، صافرة.

مواصفات الاداء: يقف المختبر عند بداية الخط واليدان جانباً، وعند سماع اشارة اليد يقوم بالمشي على الخط ذهاباً واياباً بأسرع وقت ممكن.

© 2024 This is an open access article under the CC by licenses http://creativecommons.org/licenses/by/4.0

حساب الدرجات: اقل زمن استغرقه ذهاباً واياباً من دون الخروج من الخط من محاولتين.

3-4-3-2 اسم الاختبار: اختبار الاتزان الثابت. (Bohannon, 2006; Springer et al., 2007).

الغرض من الاختبار: قياس الاتزان الحركي الثابت لدى الأفراد ممن يعانون من مشاكل بالكاحل.

الادوات اللازمة: ساعة إيقاف (Stopwatch)، أرضية مستوية، علامة أرضية للوقوف.

مواصفات الاداء: يقف المفحوص على القدم المصابة ثم تُرفع القدم الأخرى عن الأرض وتوضع اليدان على الخصر.

حساب الدرجات: يبدأ توقيت عند رفع القدم الى ان يفقد التوازن ولمس القدم المرفوعة للأرض يكرر الاختبار 3 مرات ويؤخذ أفضل زمن.

3-5 التجربة الاستطلاعية

قام الباحث بأجراء التجربة الاستطلاعية يوم الثلاثاء الموافق (2026/1/3) في تمام الساعة الواحدة والنصف على عينة مكونة من (4) مصابين من عينة البحث الرئيسية ولم يتم استبعادهم وذلك لخصوصية العينة وصعوبة ايجاد لاعبين اخرين لديهم نفس الاصابة.

3-6 الاجراءات النهائية للتجربة الرئيسة

3-6-1 الاختبار القبلي

تم إجراء الاختبار القبلي لأفراد عينة البحث في يوم (الخميس) الموافق (2026/1/5) في مستشفى دجلة التأهيلي، حيث طُبّق اختبار التوازن الحركي (السير على خط مرسوم بطول 5 م) واختبار الاتزان الثابت (الوقوف على قدم واحدة)، وتم تسجيل أفضل محاولة لكل مفحوص بعد ثلاث محاولات، وذلك بهدف تحديد المستوى الابتدائي للاتزان قبل تطبيق البرنامج التأهيلي المقترح.

3-6-2 البرنامج التأهيلي المقترح

تم تطبيق البرنامج التأهيلي المقترح لمدة (8) أسابيع بواقع (3) وحدات أسبوعياً، حيث تضمن البرنامج تمارين لتحسين الاتزان الثابت والمتحرك، وتمارين القوة العضلية والتوافق العصبي العضلي، مع مراعاة التدرج والفروق الفردية وقواعد الأمن والسلامة، وتم تقييم فاعلية البرنامج من خلال نتائج

© 2024 This is an open access article under the CC by licenses http://creativecommons.org/licenses/by/4.0

الاختبارات القبلية والبعدية, تراوحت مدة الوحدة التاهيلية بين (30–45) دقيقة، موزعة على النحو الآتي:(الإحماء 5–10 دقائق)(التمارين التأهيلية20–30 دقيقة)(التهدئة والاسترخاء5 دقائق), **وملحق (1)** يوضح نموج لتأهيلية , لتحسين الاتزان الحركي(الثابت والمتحرك) لدى المصابين بالتواء الكاحل، حيث تضمنت المراحل الإحماء والجزء الرئيسي والتهدئة، مع تحديد الزمن والشدة وفترات الراحة لكل تمرين.

3-6-3 الاختبارات البعدية

بعد الانتهاء من تطبيق البرنامج التأهيلي المقترح ولمدة (8) أسابيع، تم إجراء الاختبار البعدي على أفراد عينة البحث في يوم (الخميس) الموافق (2026/3/8) في مستشفى دجلة التأهيلي، باستخدام نفس الاختبارات والأدوات التي استعملت في الاختبار القبلي، وتحت نفس الظروف والإجراءات، وذلك بهدف تحديد تأثير البرنامج التأهيلي في تحسين الاتزان الحركي لدى المصابين بالتواء الكاحل لجميع افراد العينة من الناديين.

3-7 الوسائل الاحصائية

تم استعمال برنامج الحقيبة الإحصائية للعلوم الاجتماعية (SPSS) الإصدار (20)، لمعالجة البيانات الخاصة بالبحث، والتي تضمنت الوسائل الإحصائية الآتية(محمد حليل,2010):

- الوسط الحسابي.
- الانحراف المعياري.
- اختبارات (T) للعينات المترابطة.
- معامل الالتواء.

© 2024 This is an open access article under the CC by licenses http://creativecommons.org/licenses/by/4.0

4 – عرض النتائج وتحليلها ومناقشتها

4-1 عرض نتـــائج الفروق (ت) بين الاختبارين القبلي والبـــعدي للمجمـوعـــة التجريبية فـي الاتزان الحركي (الثابت والمتحرك).

الجدول (2)

الأوساط الحسابية والانحرافات المعيارية وقيم (ت) المحسوبة ومستوى الدلالة الإحصائية بين نتائج الاختبارين القبلي والبعدي فـي الاتزان الحركي (الثابت والمتحرك) للمجموعة التجريبية.

ت	المتغيرات	القياس	قبلي		بعدي		قيم ت	مستوى المعنوية (sig)	مستوى الدلالة
			س-	±ع	س-	±ع			
1	الاتزان الثابت	ثانية	10.88	2.17	17	2.33	4.76	0.002	معنوي
2	الاتزان المتحرك	ثانية	23.5	3.28	16.75	3.51	5.12	0.001	معنوي

4-2 مناقشة النتائج:

أظهرت نتائج اختبار (ت) للعينات المرتبطة وجود فروق ذات دلالة إحصائية بين القياس القبلي والبعدي في اختباري الاتزان الحركي والاتزان الثابت، حيث بلغت قيمة (ت) لاختبار الاتزان الحركي (5.12) عند مستوى دلالة (Sig = 0.001)، كما بلغت قيمة (ت) لاختبار الاتزان الثابت (4.76) عند مستوى دلالة (Sig = 0.002)، وهي أقل من مستوى الدلالة المعتمد (0.05)، مما يدل على فعالية البرنامج التأهيلي في تحسين الاتزان لدى أفراد العينة.

أظهرت دراسات النتائج وجود اختلافات معبرة إحصائيًا بين الاختبارات القبلية والبعدية في جوانب التوازن الحركي لدى الأشخاص الذين يعانون من اصابة التواء الكاحل، حيث سجل أفراد العينة تحسنًا ملحوظًا بعد تنفيذ البرنامج التأهيلي المقترح يُعزى ذلك إلى تأثير التمارين التأهيلية التي ساعدت في تعزيز كفاءة الجهاز العصبي العضلي وزيادة القدرة على التحكم الحركي وتحقيق الاستقرار الوظيفي, تتماشى نتائج هذه الدراسة مع ما ذكره (شومواي–كوك ووللاكوت Shumway–Cook & Woollacott, 2017) إن ممارسة التمرين الحركي المنظم يساهم في تعزيز التحكم بالتوازن من خلال دمج المدخلات الحسية والبصرية والدهليزية, وينوه وينتر (Winter, 2009) إلى أن التدريبات الخاصة بالتوازن تساهم في تعزيز استراتيجيات التحكم في الوضعية وتقليل تذبذب مركز الثقل، مما يؤثر بشكل إيجابي على الأداء الحركي ,كما يمكن تفسير التحسن في اختبار الاتزان الثابت بزيادة القوة في العضلات المحيطة بالمفاصل وتحسين الحس العميق, ذكر ليفانجي ونوركين (Levangie & Norkin، 2011) أن برامج التأهيل تساعد في تقوية المستقبلات الحسية العميقة وتحسين السيطرة

© 2024 This is an open access article under the CC by licenses http://creativecommons.org/licenses/by/4.0

العصبية العضلية, يضيف شميدت ولي (Schmidt & Lee، 2014) أن التكرار المنظم للتمارين يلعب دورا مهمًا في تعزيز البرمجة الحركية وتقليل الأخطاء في الأداء, من ناحية أخرى، تتماشى نتائج البحث مع ما ذكره حسانيين (2004)، حيث أشار إلى أن التمارين التأهيلية تساهم في تحسين القدرات البدنية والوظيفية للأشخاص الذين يعانون من اصابة حركية في الكاحل، كما يؤكد علاوي وأبو العلا, (1998) يشير التدريب الحركي المنظمة إلى تأثيره الإيجابي في تعزيز التوافق بين الأعصاب والعضلات مع تحسين السيطرة على الحركة. كما ذكر عبد الفتاح (2010) أن تمارين التوازن تعزز من الثبات والتوازن الحركي وتقلل من خطر السقوط للأشخاص ذوي الإعاقات الجسدية من ناحية أخرى، أوضح الخولي وكمال الدين (2002) أن يجب أن تحتوي البرامج التأهيلية على تدريبات مخصصة للتوازن لأنها تلعب دورًا رئيسيًا في تحسين الوظائف, تشير هذه النتائج إلى دراسة أجراها غوكتيبي وآخرون في عام 2010، حيث أظهرت أن استخدام التمارين في برامج التأهيل يساعد على تعزيز التوازن والقدرة الوظيفية، كما يقلل من احتمالية السقوط بناءً على ذلك، يمكن القول إن البرنامج التأهيلي الذي تم اقتراحه حقق نجاحًا في تحسين التوازن الحركي للمصابين بالتواء الكاحل، مما يبرز أهمية إشراك تمارين التوازن في برامج التأهيل الحركي لهذه الفئة.

الاستنتاجات والتوصيات

الاستنتاجات

1-أكد البرنامج المساعدة في تحسين توازن الحركة للمصابين بالتواء الكاحل حيث كان هناك فروق واضحة وكبيرة بين القياس الأول والقياس الثاني وكانت النتائج لصالح القياس الثاني.

2- أظهرت نتائج الدراسة أن التدريب المنتظم والمعتمد على أسس علمية يساعد في تقليل حركة مركز الثقل وزيادة الاستقرار وضعي لدى الأشخاص المصابين بالتواء الكاحل.

3- أكدت نتائج الدراسة أن برامج التأهيل الحركي تعتبر وسائل فعالة لتعزيز القدرات الوظيفية وتقليل خطر من تكرار الاصابة.

4- أثبت البحث أن ممارسة التمارين التأهيلية وفق برنامج علمي محدد يؤدي إلى تعزيز استقلالية الحركة وتحسين الأداء الوظيفي لدى الأفراد الذين لديهم التواء بالكاحل.

التوصيات

1- يوصي الباحث بتطبيق البرنامج التأهيلي الذي تم اقتراحه في مراكز العلاج الحركي والمستشفيات المتخصصة في اعادة مفصل الكاحل على ما كان عليه قبل حدوث الاصابة وذلك بسبب تأثيره الإيجابي على تحسين توازن الحركة.

© 2024 This is an open access article under the CC by licenses http://creativecommons.org/licenses/by/4.0

2- من الضروري تنظيم ورش عمل تاهيلية للعاملين في المجال الطبي وإعادة التأهيل حول كيفية تنفيذ برامج التمارين التأهيلية وفقًا لمبادئ علمية حديثة.

References

1- Allawi, Mohamed Hassan, & Abdel Fattah, Abuela El. (1998). Physiology of Sports Training. Cairo: Arab Thought House (Dar Al-Fikr Al-Arabi).
2- Hassanein, Mohamed Sobhi. (2004). Measurement and Evaluation in Physical Education and Sports. Cairo: Arab Thought House (Dar Al-Fikr Al-Arabi).
3- Abdel Fattah, Ahmed Abdel Rahman. (2010). Motor Rehabilitation for Individuals with Physical Disabilities. Cairo: Dar Al-Ma'arifa Publishing House.
4- El-Khouly, Amin Anwar, & Kamel El-Din, Osama Kamel. (2002). Sport for All. Cairo: Arab Thought House (Dar Al-Fikr Al-Arabi).
5- Abdel Fattah, Abuela El. (2003). Sports Training: Physiological Foundations. Cairo: Arab Thought House (Dar Al-Fikr Al-Arabi).
6- Abu Zeid, Mohamed Khair Salim. (2010). Statistical Data Analysis Using SPSS Software. Amman: Jarir Publishing and Distribution House.
7 Allawi, Mohamed Hassan, & Nasr El-Din, Mohamed. (2001). Motor Performance Tests. Cairo: Arab Thought House (Dar Al-Fikr Al-Arabi).
8-Bohannon, R. W. (2006)Single-limb stance times: A descriptive meta-analysis of data from individuals at least 60 years of age .Topics in Geriatric Rehabilitation, 22(1), 70–77.
9-Shumway-Cook, A., & Woollacott, M. (2017). Motor Control: Translating Research into Clinical Practice. Lippincott Williams & Wilkins.
10-Winter, D. A. (2009). Biomechanics and Motor Control of Human Movement. John Wiley & Sons.
11-Levangie, P. K., & Norkin, C. C. (2011). Joint Structure and Function: A Comprehensive Analysis. F.A. Davis Company.
12-Schmidt, R. A., & Lee, T. D. (2014). Motor Learning and Performance. Human Kinetics.
13-Goktepe, A. S., et al. (2010). Effects of prosthetic rehabilitation on balance and gait in amputees. Journal of Rehabilitation Research and Development.

© 2024 This is an open access article under the CC by licenses http://creativecommons.org/licenses/by/4.0

ملحق رقم(1)

تأثير برنامج تأهيلي مقترح في تحسين الاتزان(الثابت والمتحرك) للاعبين للمصابين بالتواء الكاحل

مدة الوحدة :30-45 دقيقة مدة البرنامج 8 :أسابيع

عدد الوحدات الأسبوعية 3 :وحدات شدة الحمل :حسب قدرة تحمل المعاق

القسم	التمرين	الشدة	التكرار / الزمن	المجموعات	الراحة
التمهيدي	مشي خفيف+تحريك مفصل الكاحل(دوران,ثني, مد)	%40	5 دقائق	–	–
التمهيدي	تمارين اطالة عضلات الساق(امامية وخلفية)	%40	30 دقائق	2	30 ثانية
اتزان ثابت	الوقوف على قدم واحدة (العين مفتوحة)	%50	20–30ثانية	3	30ثانية
اتزان ثابت	الوقوف على قدم واحدة (العين مغلقة)	%60	15–25 ثانية	3	40 ثانية
اتزان ثابت	الوقوف على وسادة–لوح التوازن	%65	20ثانية	3	40ثانية
اتزان حركي	المشي على خط مستقيم	%55	3مرات×5م	3	45 ثانية
اتزان حركي	المشي الجانبي بالمطاط المقاوم	%60	10 خطوات×ذهاب واياب	3	45ثانية
اتزان حركي	القفز الخفيف للامام على قدم واحدة	%70	8–10 تكرار	3	60 ثانية
تقوية عضلية	ثني ومد الكاحل باستخدام مطاط مقاوم	%70	12تكرار	3	45 ثانية
تقوية عضلية	رفع الكعبين	%60	10–15تكرار	3	60ثانية
تقوية عضلية	تمرين التوازن مع رمي كرة طبية خفيفة	%65	10تكرار	3	60ثانية
الختامي	تمارين إطالة عامة+تنفس عميق	%30	5دقائق	–	–

© 2024 This is an open access article under the CC by licenses http://creativecommons.org/licenses/by/4.0