تأثير برنامج تأهيلي مزدوج يجمع بين التمرينات العلاجية المبكرة والعلاج بالأكسجين تحت الضغط على المدى الحركي والمشية لدى مصابي السكتة الدماغية في المرحلة شبه الحادة

اللواء الطبيب / أمجد أحمد جمال الدين
لواء طبيب استشاري طب الأعماق، مدرس سابق بكلية طب القوات المسلحة، مدير معهد طب الأعماق بالقوات البحرية المصرية بالإسكندرية
ا.م.د / أحمد رفعت محمد ريه
استاذ مساعد دكتور بقسم اللياقة البدنية والجمباز والعروض الرياضية، كلية التربية الرياضية للبنين، جامعة الإسكندرية، مصر
د / محمد ماجد احمد البليهشي
استاذ مساعد بقسم التربية وعلم النفس، كلية التربية والآداب، جامعة تبوك ، المملكة العربية السعودية
الباحث / محمد أسماعيل الأطير
باحث دكتوراة، قسم العلوم الحيوية والصحية الرياضية، كلية التربية الرياضية للبنين، جامعة الإسكندرية. ، مصر

المقدمة ومشكلة البحث:

تُعد السكتة الدماغية من أبرز أسباب الوفاة والإعاقة العصبية على مستوى العالم، وتشير التقديرات إلى أن السكتات الإقفارية تمثل نحو ٨٧% من مجمل الحالات (Feigin et al., 2021) . ويؤدي انقطاع التروية الدموية إلى الدماغ إلى فقدان مفاجئ في الوظائف الحركية أو الحسية، ما يُخلّف لدى المصابين عجزًا وظيفيًا طويل الأمد(Johnson et al., 2019) . وتُبرز هذه الآثار أهمية التدخلات التأهيلية المبكرة الهادفة إلى استعادة الوظائف العصبية وتقليل المضاعفات المرتبطة بالسكتة.(Campbell et al., 2019)

تشير الدراسات إلى أن نقص الأوكسجين يُعد عاملًا رئيسيًا في تفاقم الإصابات العصبية، حيث تعتمد الخلايا العصبية بشكل كامل على الأوكسجين لأداء وظائفها الحيوية، ويؤدي نقصه إلى خلل في وظيفة الميتوكوندريا وتدهور في الأداء العصبي (Daugherty et al., 2015; Verweij et al., 2011; Rockswold et al., 2016) . وانطلاقاً من ذلك، يُعد الأوكسجين عنصرًا حيويًا في دعم الوظائف العصبية، وقد أظهرت الدراسات أيضاً أن الخلايا العصبية الخاملة يمكن إعادة تنشيطها عند تزويدها بكمية كافية من الأوكسجين.(Fosen et al., 2020; Hadanny et al., 2020; Shai et al., 2017)

. ومن هذا المنطلق، برز العلاج بالأوكسجين تحت الضغط Hyperbaric Oxygen Therapy (HBOT) كوسيلة فعالة لرفع تركيز الأوكسجين الذائب في بلازما الدم، مما يُعزز من استعادة الأنسجة التالفة ويُحفّز تكوين أوعية دموية جديدة في المناطق المصابة (Internal Medicine, 2012; Plafki et al., 2000; Rockswold et al., 2016; Signoretti et al., 2014).

وقد استعرضت دراسة (Fosen et al., 2020) فعالية العلاج بالأوكسجين تحت الضغط في تحسين التروية وتحفيز المرونة العصبية، كما بيّنت دراسة (Hadanny et al., 2020) أن العلاج بالأوكسجين تحت الضغط أدى إلى تحسن إحصائي ملموس في عدة جوانب معرفية لدى مرضى السكتة الدماغية في المرحلة المزمنة، مثل الذاكرة، الانتباه، والوظائف التنفيذية، وقد ارتبط هذا التحسن بإعادة التروية الدماغية كما أظهرت صور SPECT ، مما يدعم فعالية العلاج في تعزيز التعافي المعرفي.

وفي سياق مماثل، أظهرت بيانات التصوير بالرنين المغناطيسي الوظيفي (fMRI) من دراسة حديثة (Catalogna et al., 2023) إعادة تنظيم وظيفي في القشرة الحركية بعد جلسات العلاج بالأوكسجين تحت الضغط، ما يدعم أثره الإيجابي على التعافي العصبي.

وتشير مراجعة أدبية أجراها Shai وزملاؤه(2017) إلى أن العلاج بالأوكسجين تحت الضغط يُسهم في تحسين التروية الدموية، وتقليل الالتهاب، وتعزيز نمو الشعيرات الدموية في الأنسجة المتضررة، كما يُعد آمنًا وفعالًا في العديد من التطبيقات العصبية، بما في ذلك إصابات الدماغ الرضحية والتأخر العصبي بعد السكتات، ما يجعله خيارًا واعدًا للتكامل مع برامج التأهيل الحركي.

ومن خلال ما سبق، يمكن القول إن تأثير العلاج بالأوكسجين لا يقتصر فقط على تحسين وظائف الجسم بشكل مباشر، بل قد يساعد أيضًا الدماغ على استعادة بعض قدراته وتنظيم عمله من جديد، وهو ما قد يفسّر الاختلاف في نتائج بعض الدراسات.

وعلى نحوٍ موازٍ، برزت التمرينات التأهيلية كأداة فعالة تُكمّل هذا التوجه في التدخلات العلاجية. إذ ازداد الاهتمام بها في الآونة الأخيرة بشكل ملحوظ، حيث أصبحت التمرينات التأهيلية في هذه البرامج العلاجية تحظى بأولوية قصوى، نظرًا لقدرتها على إعادة الرياضيين إلى الملاعب، وغير الرياضيين إلى أنشطتهم اليومية بعد العمليات الجراحية أو الإصابات العصبية (صالح، ٢٠٠٩).

وعند الحديث عن التأهيل بعد السكتة الدماغية، تؤكد الأدلة الحديثة أن التعافي العصبي والوظيفي بعد السكتة الدماغية يحدث في كلٍّ من المرحلتين الحادة والمزمنة، إلا أن فعالية برامج التمرينات التأهيلية تكون أعلى عند تطبيقها مبكرًا، مع إمكانية تحقيق تحسن حتى بعد سنوات من الإصابة

(Teasell et al., 2020a) . ومن خلال متابعة تطوّر المفاهيم العلاجية الحديثة، يتضح لفريق الدراسة أن التمرينات التأهيلية لم تعد خيارًا ثانويًا، بل أصبحت تمثل عنصرًا أساسيًا في الممارسات السريرية المتقدمة، خاصة في المراحل ما بعد الحادة. وقد عزز هذا التوجه ما توصلت إليه مراجعات حديثة، مثل دراسة(Meng et al.,2023a) ، التي بيّنت فاعلية التمرينات المنظمة في تحسين الأداء الحركي لدى مرضى السكتة الدماغية، ودراسة(Ahmed et al., 2023) ، التي أكدت أن برامج التأهيل الحركي المتعددة الأبعاد تُسهم بفعالية في تحسين التوازن، والمشية، والوظائف اليومية، مما يبرز إمكانات هذه البرامج في التوسّع والتطبيق ضمن برامج التأهيل العصبي الحديثة.

قد بينت مراجعة علمية شاملة أن برامج التأهيل بعد السكتة الدماغية ترتكز على مجموعة من الأهداف المحورية، من أبرزها: تحسين الوظائف الحسية، وتعزيز التعلم الحركي، ومعالجة الإهمال النصفي ونصف العمى، وتقوية العضلات، وزيادة مرونة المفاصل، والتحكم في فرط التوتر العضلي، وتحسين الوضعية، وتدريب المشي. وتُعد هذه الأهداف مكونات أساسية في استعادة الوظائف اليومية، والتوازن، والمشية، والقدرة على الاستقلال الوظيفي.(Shahid et al., 2023)

ورغم الفوائد المثبتة لإعادة التأهيل بعد السكتة الدماغية، لا يزال توقيت البدء محل جدل علمي واسع. إذ تشير بعض الدراسات إلى أن التدخل خلال الأربع والعشرين ساعة الأولى، خاصة إذا كان مكثفًا، قد ينطوي على مخاطر محتملة .(Coleman et al., 2018) وفي المقابل، أوصت إرشادات الجمعية الأمريكية للقلب والسكتة ببدء التأهيل في غضون الأسبوعين الأولين من الإصابة، بشرط توفر الاستقرار السريري الكافي .(Powers et al., 2018) ومع ذلك، لا تزال الدراسات المنهجية التي تناولت هذه المرحلة المبكرة محدودة، ويُعزى ذلك جزئيًا إلى التحديات السريرية، مثل عدم الاستقرار الفسيولوجي للمرضى خلال المرحلة الحادة.(Stinear et al., 2013)

وفي هذا الصدد، قدّمت مراجعة تحليلية أجراها Poli & Veltkamp (2009) منظورًا بيولوجيًا لمراحل التعافي العصبي، حيث أشارت إلى أن الدماغ يمر بعد الإصابة بسلسلة من التفاعلات الجزيئية والخلوية، تبلغ ذروتها خلال ٧ إلى ١٤ يومًا، وهي نافذة زمنية حرجة للتدخلات التي تهدف إلى دعم التعافي العصبي. كما بيّنت المراجعة أن "المرحلة شبه الحادة" — والتي تبدأ عادة من الأسبوع الثالث وتمتد حتى نهاية الشهر الثالث — تمثل توقيتًا مثاليًا للتدخلات التأهيلية المكثفة، نظرًا لما تتسم به من استقرار فسيولوجي نسبي وارتفاع في استجابة الدماغ للتحفيز الحركي والمعرفي (Poli & Veltkamp, 2009).

وبناءً على ما سبق، تم تحديد توقيت التدخل في الدراسة الحالية ليبدأ بعد ٣٠ يومًا من الإصابة، بما يتوافق مع بداية المرحلة شبه الحادة، وبما يوازن بين الجاهزية البيولوجية لاستجابة الدماغ من جهة، وبين متطلبات السلامة السريرية التي توصي بها الإرشادات الحديثة من جهة أخرى.

ورغم القيمة الظاهرة لكلا المكونين التأهيليين عند استخدام كلٍ منهما على حدة، إلا أن مراجعة الأدبيات تُظهر أن معظم الدراسات تناولت العلاج بالأوكسجين عالي الضغط والتمرينات التأهيلية كمدخلين منفصلين في سياق إعادة التأهيل بعد السكتة الدماغية، دون وجود دمج منهجي بينهما. فقد ركزت بعض الدراسات على العلاج بالأوكسجين بوصفه تدخلاً مستقلاً لتعزيز التعافي العصبي (Schmutz et al., 2023; Hadanny et al., 2020; Zhao et al., 2022; Dong et al., 2023; Yan et al., 2022).

في حين تناولت دراسات أخرى التمرينات التأهيلية كوسيلة قائمة بذاتها لتحسين الوظائف الحركية (إبراهيم، ٢٠٠٩؛ عثمان، ٢٠١٠؛ فضل، ٢٠٠٧؛ عبد الحميد، ٢٠٠٤؛ Shahid et al., 2023; Lee et al., 2022; Dong et al., 2022).

وعلى الرغم من وجود عدد من الدراسات التي تناولت العلاج بالأوكسجين تحت الضغط والتمرينات التأهيلية كمدخلين منفصلين في إعادة التأهيل بعد السكتة الدماغية، فإن الأبحاث التي دمجت بينهما ضمن بروتوكول علاجي موحد لا تزال محدودة، لاسيما في المرحلة شبه الحادة. فعلى سبيل المثال، أظهرت دراسة (Schiavo et al., 2020) تحسنًا في وظيفة الطرف العلوي بعد تطبيق برنامج يجمع بين العلاج بالأوكسجين والتمرينات العقلية، إلا أن الدراسة أُجريت على حالة مزمنة واحدة، ولم تشمل تقييمًا للمشية أو المدى الحركي. كما أشارت دراسة أخرى(Cozene et al., 2020) إلى الجدوى النظرية لهذا الدمج، لكنها اقتصرت على الطرح المفاهيمي دون تقديم بيانات سريرية تجريبية. وفي السياق ذاته، تناولت دراسة (Liu et al., 2021) أثر دمج التمرينات الهوائية مع العلاج بالأوكسجين عالي الضغط لدى مرضى السكتة الدماغية، وأظهرت تحسنًا في الوظائف المعرفية وتقليلًا للإجهاد التأكسدي، غير أنها لم تُعالج المتغيرات الحركية، كما لم توضح ما إذا كان التدخل قد تم في المرحلة شبه الحادة.

وفي الدراسات العربية، فقد أظهرت دراسة (السعيد وأبوبكر، ٢٠٢٠) تحسنًا عامًا في القوة العضلية عند دمج التمرينات مع العلاج بالأوكسجين، لكنها لم تُعالج المشية أو المدى الحركي كمتغيرات تابعة، كما لم تحدد إطار المرحلة شبه الحادة بدقة، مما يجعلها تختلف في التصميم عن الدراسة الحالية.

بناءً على ما سبق، تبرز الحاجة إلى دراسة تأثير برنامج تأهيلي مزدوج يجمع بين التمرينات العلاجية والعلاج بالأوكسجين تحت الضغط على المدى الحركي والمشية لدى مصابي السكتة الدماغية في المرحلة شبه الحادة، وهي الفجوة التي تسعى الدراسة الحالية إلى سدّها.

التعريفات الإجرائية للمصطلحات:

التمرينات العلاجية المبكرة:

هي مجموعة من التمرينات الحركية المنظمة والمخططة، تُطبّق في مرحلة مبكرة (تبدأ بعد ٣٠ يومًا من الإصابة) على مرضى السكتة الدماغية، وتهدف إلى تحسين المدى الحركي، وتقوية العضلات، واستعادة القدرة الوظيفية للمصاب، بما يتناسب مع طبيعة الإصابة ومرحلتها الزمنية.

العلاج بالأوكسجين تحت الضغط (Hyperbaric Oxygen Therapy - HBOT):

هو تدخل علاجي يتم خلاله استنشاق الأوكسجين النقي بنسبة ١٠٠% داخل غرفة مغلقة تحت ضغط جوي أعلى من الضغط الجوي الطبيعي، بهدف زيادة نسبة الأوكسجين الذائب في بلازما الدم، ما يُعزز من التروية الدموية، ويُحفّز عمليات الترميم الخلوي والتعافي العصبي لدى المرضى.

المدى الحركي(Range of Motion - ROM)

يُشير إلى مدى حركة المفصل في الاتجاهات المتاحة له، مثل الثني، والبسط، والتقريب، والتبعيد، ويُقاس عادة باستخدام أدوات قياس معيارية مثل الجونيوميتر. ويُعد من المؤشرات الأساسية لسلامة الأداء الوظيفي للجهاز الحركي، وتم استخدامه في هذه الدراسة لتقييم التغير في الحركة لدى مصابي السكتة الدماغية.

المشية :(Gait)

هي قدرة الفرد على التنقل والمشي بطريقة مستقلة وآمنة، وتُقاس باستخدام اختبارات معيارية سريرية تُقيّم الزمن اللازم للتنقل، أو مستوى التوازن والاعتماد الوظيفي في المشي. وتُعد من المؤشرات الرئيسة لتحسين الأداء الحركي بعد السكتة الدماغية.

مصابي السكتة الدماغية:

يُقصد بهم الأفراد الذين تعرّضوا لسكتة دماغية إقفارية، نتج عنها قصور حركي جزئي أو كلي، وتُصنّف حالتهم ضمن ما يُعرف بالشلل النصفي أو ضعف الحركة في أحد الجانبين.

المرحلة شبه الحادة :(Subacute Phase)

هي الفترة الزمنية التي تلي المرحلة الحادة مباشرة، وتمتد عادة من الأسبوع الثالث إلى نهاية الشهر الثالث بعد حدوث السكتة الدماغية، وتتميز هذه المرحلة بقدر أكبر من الاستقرار الفسيولوجي، وقابلية عالية للاستجابة للتدخلات التأهيلية.

أهداف البحث:

اولا: تصميم وتطبيق برنامج تمرينات علاجية مبكرة لتأهيل المدي الحركي والمشية لمصابي السكتة الدماغية في المرحلة شبه الحادة.

ثانيا: تصميم وتطبيق خطة علاجية لاستنشاق الأكسجين تحت الضغط لمصابي السكتة الدماغية في المرحلة شبه الحادة.

ثالثا: تقييم أثر برنامج تأهيلي مزدوج يجمع التمرينات العلاجية المبكرة مع العلاج بالأكسجين تحت الضغط على المدى الحركي والمشية لمصابي السكتة الدماغية في المرحلة شبه الحادة.

فروض البحث:

١. توجد فروق دالة إحصائيًا بين القياسين القبلي والبعدي لدى المجموعة التجريبية التي تلقت برنامجًا تأهيليًا مزدوجًا يجمع بين التمرينات العلاجية والعلاج بالأوكسجين تحت الضغط، في المدى الحركي والمشية، لصالح القياس البعدي.
٢. توجد فروق دالة إحصائيًا بين القياسين القبلي والبعدي لدى المجموعة الضابطة التي تلقت العلاج بالأوكسجين تحت الضغط فقط، في المدى الحركي والمشية، لصالح القياس البعدي.
٣. توجد فروق دالة إحصائيًا في القياس البعدي بين المجموعة التجريبية والمجموعة الضابطة في متغيرات المدى الحركي والمشية، لصالح المجموعة التجريبية.

الإجراءات:

أولًا: منهج البحث:

تم استخدام المنهج التجريبي ذي التصميم شبه التجريبي، حيث تم تقسيم العينة إلى مجموعتين:

مجموعة تجريبية خضعت لبرنامج تأهيلي مزدوج يجمع بين التمرينات العلاجية المبكرة والعلاج بالأوكسجين تحت الضغط.

مجموعة ضابطة تلقت العلاج بالأوكسجين تحت الضغط فقط، دون تمرينات تأهيلية إضافية.

وقد بدأ تطبيق التدخل لدى المجموعتين بعد مرور ٣٠ يومًا من حدوث السكتة الدماغية، بما يتوافق مع بداية المرحلة شبه الحادة.

ثانيًا: عينة البحث

تكوّنت العينة النهائية من (12) مصابًا بالسكتة الدماغية لأول مرة من نوع الشلل النصفي الجانبي الطولي، تم اختيارهم بطريقة عمدية من مراجعي مستشفى سموحة للأوعية الدموية والقدم السكري بمحافظة الإسكندرية (مصر)، وذلك بعد الحصول على موافقتهم الخطية للمشاركة، مع اشتراط انتظامهم في تلقي العلاج الدوائي الموصوف من الطبيب المعالج.

تم استبعاد حالتين من العينة الأصلية بسبب عدم الالتزام بالبرنامج التأهيلي، ليصبح عدد العينة المعتمدة ١٢ مشاركًا.

ثالثًا: مكان تطبيق البحث:

تم تنفيذ المرحلة الأولى والثانية من البرنامج التأهيلي، بما في ذلك جلسات العلاج بالأوكسجين تحت الضغط، في وحدة العلاج بالأوكسجين بمستشفى سموحة للأوعية الدموية والقدم السكري بمحافظة الإسكندرية – مصر.

أما المرحلة الثالثة والرابعة، فقد نُفِّذتا في منازل المشاركين، تحت إشراف فريق البحث وبتنسيق مع الفريق الطبي المعالج، لضمان الاستمرارية والامتثال لتطبيق البرنامج العلاجي بصورة دقيقة وآمنة.

رابعًا: أدوات جمع البيانات

تم استخدام الأدوات التالية لقياس متغيرات الدراسة:

استمارة البيانات الأساسية والقياسات: جمع المعلومات الديموغرافية والحالة الطبية.

قياس المدى الحركي :(Range of Motion) باستخدام جهاز الجونيوميتر (Goniometer) للطرف العلوي والسفلي المصاب، وفق المعايير المعتمدة.

قياس المشية :(Gait) عبر اختبار زمني باستخدام ساعة إيقاف، وذلك لقياس مدة المشي إلى الأمام لمسافة ٣ أمتار، ثم إلى الخلف لمسافة ٣ أمتار، في خط مستقيم.

خامسًا: البرنامج التأهيلي المزدوج:

يشتمل البرنامج التأهيلي في هذه الدراسة على مسارين متكاملين:

التمرينات العلاجية المبكرة، والعلاج بالأوكسجين تحت الضغط(HBOT) ، وقد صُمّم هذا الدمج لتحقيق أفضل استجابة وظيفية للمصابين بالسكتة الدماغية في المرحلة شبه الحادة، استنادًا إلى مبادئ التأهيل الحديثة ونتائج الدراسات السابقة.

أ. برنامج التمرينات العلاجية المبكرة:

تم تصميم برنامج التمرينات العلاجية المبكرة وفقًا للمعايير العلمية الحديثة، ليُطبّق بمعدل خمس جلسات أسبوعيًا، تتراوح مدة الجلسة الواحدة بين ٦٠ إلى ٩٠ دقيقة، على مدار ١٢ أسبوعًا كحد أقصى، بإجمالي ٦٠ جلسة تأهيلية.

استُند في إعداد البرنامج إلى الإرشادات الصادرة عن جمعية القلب الأمريكية حول التمرينات العلاجية لمرضى السكتة الدماغية (مرفق ٢)، مع مراعاة طبيعة المرحلة شبه الحادة واحتياجات المشاركين. وقد تضمن البرنامج تمرينات علاجية تستهدف :الطرفين السفليين، الجذع، الذراعين، الكتفين، واليد.

ويعرض الجدول (1) توصيفًا تفصيليًا لمكونات برنامج التمرينات العلاجية المبكرة، موزعة بحسب العضلات المستهدفة والمراحل الزمنية للتدخل.

الأهداف العامة للبرنامج تشمل:

- تحسين الوظيفة البدنية (المدى الحركي والمشية)
- دعم الوظيفة النفسية والمعرفي (تحسين المزاج والحد من الاكتئاب).
- تقليل خطر تكرار السكتة الدماغية.
- الوقاية من مخاطر السقوط.
- تعزيز الاستقلالية والثقة بالنفس في أداء التمرينات.

وقد رُوعي في بناء البرنامج الاحتياجات الفردية لكل حالة مع الالتزام بمبادئ التدريب التأهيلي، ومنها:

- التدرج في الشدة والانطلاق من تمرينات بسيطة نحو المعقدة.
- استخدام تمرينات قَسرية، بمساعدة، بانقباض عضلي ثابت ثم متحرك.
- دمج تمرينات تستهدف تنشيط الجهاز العصبي، وتحسين المشية في اتجاهات وأسطح متعددة.
- تعزيز السلوك الحركي الصحي طويل المدى.

ويُوضّح الشكل (1) دليلًا إرشاديًا بصريًا لخطة التأهيل الحركي المستخدمة في البرنامج.

جدول (١)

توصيف برنامج التمرينات العلاجية المبكرة للجلطة الدماغية بعد الحادة.

المرحلة التأهيلية	الهدف التأهيلي	عدد الجلسات	زمن الجلسات	عدد التمرينات	الشدة %	التكرارات	المجموعات	عدد التكرارات في الجلسة
الأولي	إيقاف التدهور الناجم عن حدوث الجلطة.	١٥ جلسة	٦٠ ق	١٢	٣٠	٨ ت	٣ م	٢٨٨ ت/ ج
الثانية	استعادة المدي الحركي والمشية.	١٥ جلسة	٧٠ ق	١٦	٤٠	١٠ت	٣ م	٤٨٠ ت/ ج
الثالثة	تحسين المدي الحركي والمشية.	١٥ جلسة	٨٠ ق	٢٠	٥٠	١٢ ت	٤ م	٩٦٠ ت/ج
الرابعة	الحفاظ علي مستوي المدي الحركي والمشية.	١٥ جلسة	٩٠ ق	٢٥	٦٠	١٥ ت	٤ م	١٥٠٠ ت /ج
٤مراحل	استعادة الشفاء من أعراض الجلطة.	٦٠ جلسة	٤٥٠٠ ق	٧٣	٦٠-٣٠	٨٧١ ت	٣-٤ م	٣٢٢٨ ت/ج

شكل (١) دليل برنامج التأهيل البدنى لمصابى الجلطة الدماغية

ب. برنامج العلاج بالأوكسجين تحت الضغط(HBOT)

تم اعتماد بروتوكول علاجي بالعلاج بالأوكسجين تحت الضغط استنادًا إلى التوصيات العلمية الحديثة، والتي تشير إلى أن الضغط الأمثل لعلاج إصابات الدماغ يتراوح بين 1.5إلى ٢.٠ ضغط جوي مطلق (ATA) ، حيث يتوازن استقلاب الجلوكوز الدماغي ويُعد العلاج آمنًا جيد التحمل عند هذا النطاق، خاصة إذا لم تتجاوز الجلسة ٦٠ دقيقة (Demchenko et al., 2013; Mik, 2013; Verma et al., 2015).

بالنسبة لعينة الدراسة، خضع المشاركون في البداية لتقييم طبي شامل للتأكد من أهليتهم لتلقّي العلاج بالأوكسجين تحت الضغط، شمل:

- تصويرًا إشعاعيًا للصدر (X-Ray)
- تخطيط القلب(Echocardiogram)
- فحص الأنف والأذن والحنجرة
- تخطيطًا كهربائيًا للدماغ(EEG)
- قياس ضغط الدم داخل غرفة الضغط

تبع ذلك جلسة تقييم أولية عند ضغط ١.٠ ATA ولمدة ٤٥ دقيقة، بهدف التحقق من قدرة المشاركين على تحمّل الجلسات واستجابتهم الفسيولوجية للعلاج.

وبناءً على التقييم الطبي الأولي وظروف المشاركين في هذه الدراسة، تم اعتماد ضغط علاجي فعلي مقداره ATA١.٠ ، باعتباره الأنسب من حيث الأمان والتحمّل الفسيولوجي في المرحلة شبه الحادة، يتم خلاله استنشاق الأوكسجين النقي بنسبة ١٠٠% داخل غرفة ضغط مغلقة (Hyperbaric Chamber)، تحت إشراف طبي مباشر، وذلك لمدة ٤٥ دقيقة لكل جلسة. وقد طُبّق هذا البروتوكول العلاجي بشكل موحّد على جميع المشاركين، كما هو موضح في جدول (2).

جدول (٢) توصيف برنامج العلاج بالأكسجين تحت الضغط لمصابي الجلطة الدماغية بعد الحادة.

المتغيرات	التقنين
إجمالي عدد الجلسات/ ٣ أشهر	٤٠ - ٦٠ جلسة.
عدد الجلسات/ اسبوعيا	٦ جلسات أسبوعيا.
زمن الجلسة الواحدة	٤٥ دقيقة متصلة.
إجمالي زمن العلاج بالأكسجين	١٨٠٠ ق – ٢٧٠٠ ق تعرض للعلاج بالأكسجين.
مستوي الضغط	1 ضغط جوي مطلق (1ATA).
وضعية المريض	الجلوس علي كرسي.
الهدف	وصول الأكسجين لبلازما الدم.
التنبيهات	- عدم الأكل قبل الجلسة ب ٢ ساعة. - عدم اصطحاب اي زجاجات معدنية داخل االغرفة.
الحالات الطارئة: **مثل الشعور بدوخة أو طنين بالأذن:**	- خفض ضغط ملحق الكبسولة واخراج المريض بها والغاء الجلسة. - غلق الفم والإنف لمعادلة الضغط. - أخذ جرعة اتروفين. - تناول الماء أو العصائر من زجاجة بلاستيكية.

سابعًا: خطوات تنفيذ البحث

تم تنفيذ البحث وفق ثلاث مراحل زمنية رئيسة، كما يلي:

أولًا: القياسات القبلية

أُجريت القياسات القبلية للمشاركين في الفترة من ٢٠ /١/ ٢٠٢٣م، وشملت تقييم المدى الحركي والمشية قبل بدء التدخلات العلاجية.

ثانيًا: البرنامج التأهيلي المزدوج:

تم تنفيذ البرنامج التأهيلي المزدوج، الذي يدمج بين التمرينات العلاجية والعلاج بالأوكسجين تحت الضغط، خلال الفترة من ١/٣٠/ ٢٠٢٣م حتى ٥/٣٠/ ٢٠٢٣م، وفقًا للخطة الزمنية والجرعات العلاجية المحددة.

ثالثًا: القياسات البعدية

تمت القياسات البعدية في الفترة من ٦/١/ ٢٠٢٣م إلى ٦/٢٠/ ٢٠٢٣م، بهدف تقييم مدى التحسن في المتغيرات المستهدفة بعد انتهاء البرنامج.

عرض النتائج:

جدول (٣)
الدلالات الإحصائية لعينة البحث في المتغيرات الأساسية للطرف المصاب قبل التجربة
ن = ١٢

المتغيرات / الدلالات الإحصائية	وحدة القياس	المتوسط الحسابي	الوسيط	الانحراف المعياري	معامل الالتواء	معامل التفلطح
السن	سنة	٥٣.٨٤	٥٣.٠٠	٤.٩٦	٠.١٢	١.١٠
الطول	سم	١٧٨.٣٢	١٧٩.٠٠	٣.٤٦	٠.٦٩	٠.٥٥
الوزن	كجم	١٣٧.٠٨	١٤٠.٠٠	٢٣.٢٩	٠.٣٧-	٠.٦٠-

يتضح من بيانات الجدول (٣) أن المتغيرات الأساسية لعينة البحث (السن، الطول، الوزن) قبل التجربة تتسم بالاعتدال وعدم التشتت الكبير، كما أن التوزيع الإحصائي لها يميل إلى التوزيع الطبيعي.

حيث تراوحت قيم معامل الالتواء ما بين (−٠.٣٧) إلى (٠.٦٩)، وهي قِيَم قريبة من الصفر وتقع ضمن النطاق المقبول إحصائيًا (±3)، مما يدل على اعتدالية التوزيع وتجانس العينة في خصائصها الأساسية قبل تنفيذ التجربة.

جدول (٤)

الدلالات الإحصائية الخاصة بقياسات المدى الحركي للأطراف المصابة والمشية للمجموعة التجريبية (دمج التمرينات العلاجية المبكرة والعلاج بالأكسجين تحت الضغط) قبل وبعد التجربة

ن = ٦

الدلالات الإحصائية / المتغيرات البحثية			القياس القبلي		القياس البعدي		الفرق بين المتوسطين		قيمة (ت)	مربع ايتا
			سَ	±ع	سَ	±ع	سَ	±ع		
المدي الحركي لمفاصل الطرف العلوي (درجة)	مفصل رسغ اليد	قبض	١٢.٠٠	٣.٥٢	٦٤.٦٧	٠.٥٢	٥٢.٦٧	٣.٤٤	*٣٧.٤٥	%٩٩.٠١
		بسط	١١.٥٠	٢.٩٥	٤٩.٣٣	٠.٨٢	٣٧.٨٣	٣.٣٧	*٢٧.٤٩	%٩٨.١٨
	مفصل المرفق	قبض	١١٨.٠٠	٦.٤٨	١٤٤.٠٠	١.٢٦	٢٦.٠٠	٦.٧٨	*٩.٣٩	%٩٤.٦٣
		بسط	٤٦.٦٧	٢٥.٩١	٤.١٧	١.٤٧	٤٢.٥٠	٢٦.٦٣	*٣.٩١	%٧٥.٣٥
	مفصل الكتف	تبعيد	٦٧.٦٧	٢٧.٤٩	٩٩.٦٧	٠.٥٢	٣٢.٠٠	٢٧.٣٠	*٢.٨٧	%٦٢.٢٥
		تقريب	٢١.٨٣	٩.٢٤	٢.٨٣	٠.٧٥	١٩.٠٠	٨.٨٥	*٥.٢٦	%٨٤.٦٨
المدي الحركي لمفاصل الطرف السفلي (درجة)	مفصل الكاحل	قبض	٦.٣٣	١.٨٦	١٥.٣٣	٠.٨٢	٩.٠٠	١.٧٩	*١٢.٣٢	%٩٦.٨١
		بسط	١٨.١٧	٢.١٤	٣٤.٣٣	٠.٨٢	١٦.١٧	٢.٤٠	*١٦.٤٩	%٩٨.١٩
	مفصل الركبة	قبض	٨٥.٦٧	١٦.٥٩	١١٩.٥٠	٠.٨٤	٣٣.٨٣	١٦.٣٥	*٥.٠٧	%٨٣.٧١
		بسط	١٨.٣٣	٧.١٥	٧.٦٧	٠.٥٢	١٠.٦٧	٦.٨٦	*٣.٨١	%٧٤.٣٦
	مفصل الفخذ	قبض	٦١.٥٠	١٢.٠٣	٧٩.٣٣	٠.٨٢	١٧.٨٣	١٢.٢٢	*٣.٥٧	%٧١.٨٧
		بسط	٢٥.٨٣	٢٣.٩٣	٢٩.١٧	٠.٩٨	٣.٣٣	٢٤.٠٤	٠.٣٤	%٢.٢٦
المشية (ث)		للأمام	٦.٢٥	٣.٩٩	٣.١٥	٢.٠٠	٣.١٠	٤.٧٢	١.٦١	%٣٤.١٠
		للخلف	٤.٣٦	٢.١١	٤.١٦	٢.٥١	٠.٢٠	٣.٨٥	٠.١٣	%٠.٣١

*** معنوي عند مستوى ٠.٠٥ = (٢.٥٧)**

معيار التأثير لمربع ايتا: أقل من ٥٠ % (منخفض) –أكبر من ٥٠% (مرتفع)

يتضح من الجدول رقم(4) ، الخاص بقياسات المدى الحركي للطرفين العلوي والسفلي والمشية لدى المجموعة التجريبية (التي خضعت لبرنامج تأهيلي مزدوج يجمع بين التمرينات العلاجية المبكرة والعلاج بالأوكسجين تحت الضغط)، وجود فروق ذات دلالة إحصائية عند مستوى (٠.٠٥) في جميع القياسات، باستثناء متغير المشية. فقد تراوحت قيمة (ت) المحسوبة ما بين (٢.٨٧ إلى ٣٧.٤٥) ، وهي جميعها أعلى من القيمة الجدولية (٢.٥٧) عند نفس مستوى الدلالة، مما يشير إلى وجود فروق ذات دلالة لصالح القياس البعدي، كما تراوحت قيم حجم التأثير (مربع إيتا) مابين (٠.٣١% إلى ٩٩.٠١%) بما يعكس تفاوتًا في استجابة المتغيرات المختلفة للبرنامج التأهيلي المطبق.

جدول (٥)

الدلالات الإحصائية الخاصة بقياسات المدى الحركي للأطراف المصابة والتحكم في المشية للمجموعة الضابطة (العلاج بالأكسجين تحت الضغط) قبل وبعد التجربة ن = ٦

الدلالات الإحصائية / المتغيرات البحثية			القياس القبلي		القياس البعدي		الفرق بين المتوسطين		قيمة (ت)	مربع ايتا
			سَ	±ع	سَ	±ع	سَ	±ع		
المدي الحركي لمفاصل الطرف العلوي (درجة)	مفصل رسغ اليد	قبض	١٠.١٧	١.٣٣	٥٢.٦٧	٢.٨٨	٤٢.٥٠	٣.١٥	*٣٣.٠٩	%٩٩.٥٥
		بسط	١٠.٦٧	١.٩٧	٣٥.١٧	٠.٤١	٢٤.٥٠	١.٨٧	*٣٢.٠٨	%٩٩.٥٢
	مفصل المرفق	قبض	١١٧.٠٠	٥.١٤	١٢٦.٠٠	٥.٥٥	٩.٠٠	٤.٥٦	*٤.٨٣	%٨٢.٣٧
		بسط	٦١.١٧	٢١.٠٤	٢٥.٠٠	٠.٠٠	٣٦.١٧	٢١.٠٤	*٤.٢١	%٧٨.٠١
	مفصل الكتف	تبعيد	٦٣.٣٣	٢٤.٧٨	٧٤.٥٠	٥.٧٢	١١.١٧	٢١.٥١	١.٢٧	%٢٤.٤٤
		تقريب	٢٠.٨٣	٧.٢٥	١٢.٨٣	٣.٤٩	٨.٠٠	٩.٣٠	٢.١١	%٤٧.٠٦
المدي الحركي لمفاصل الطرف السفلي (درجة)	مفصل الكاحل	قبض	١٣.٠٠	١٥.٧٦	١٠.٥٠	٠.٨٤	٢.٥٠	١٥.٠٠	٠.٤١	%٣.٢٢
		بسط	١٦.٦٧	١.٨٦	٢٥.٠٠	٠.٠٠	٨.٣٣	١.٨٦	*١٠.٩٦	%٩٦.٠١
	مفصل الركبة	قبض	٧٥.٨٣	١٤.٤٠	١٠٠.١٧	٠.٤١	٢٤.٣٣	١٤.٢١	*٤.٢٠	%٧٧.٨٨
		بسط	١٨.٥٠	٤.٢٨	٣.٠٠	٠.٠٠	١٥.٥٠	٤.٢٨	*٨.٨٨	%٩٤.٠٣
	مفصل الفخذ	قبض	٥٩.١٧	١٠.٣٠	٦١.٣٣	٢.٨٠	٢.١٧	٩.٦٨	٠.٥٥	%٥.٦٧
		بسط	١٣.٠٠	٢.٥٣	١١.٣٣	٢.٨٠	١.٦٧	٢.٦٦	١.٥٤	%٣٢.٠٥
المشية		للأمام	٧.٦٤	٤.٦٠	٤.٨٣	٢.٧١	٢.٨١	٥.٤٩	١.٢٥	%٢٣.٨٨
		للخلف	٦.٠٨	٥.٩٣	٥.١٥	١.٩٥	٠.٩٣	٦.٣٩	٠.٣٦	%٢.٥٠

*** معنوي عند مستوى ٠.٠٥ = (٢.٥٧)**

معيار التأثير لمربع آيتا: أقل من ٥٠ % (منخفض) –أكبر من ٥٠% (مرتفع)

يتضح من الجدول رقم (٥) الخاص بقياسات المدى الحركي للأطراف المصابة والمشية ونسبة التحسن لدى المجموعة الضابطة (التي تلقت العلاج بالأكسجين تحت الضغط فقط) وجود فروق ذات دلالة إحصائية عند مستوى (٠.٠٥) في معظم القياسات، حيث كانت قيمة (ت) المحسوبة أكبر من قيمة (ت) الجدولية عند مستوى(٠.٠٥) = (٢.٥٧) وبمستوى دلالة أقل من ٠.٠٥ في معظم المتغيرات. كانت أبرز الفروق لصالح القياس البعدي في مفاصل الرسغ والمرفق والركبة، مع حجم تأثير مرتفع جدًا (مربع إيتا تجاوز ٩٩% في بعضها). بينما لم تظهر فروق ذات دلالة إحصائية في بعض المتغيرات، مثل تبعيد الكتف، وقبض مفصل الكاحل، ومشية الأمام والخلف، حيث كانت قيم (ت) أقل من القيمة الجدولية، ما يشير إلى ضعف التأثير في تلك المتغيرات. تراوحت نسب حجم التأثير (مربع إيتا) ما بين (٢.٥٠% إلى ٩٩.٥٥%)، مما يعكس تفاوتًا في فعالية البرنامج العلاجي بالأوكسجين وحده على المتغيرات المختلفة.

جدول (٦)

الدلالات الإحصائية لقياسات المدى الحركي للأطراف المصابة والمشية بين المجموعتين التجريبية والضابطة بعد إجراء التجربة ن = ١٢

الدلالات الإحصائية / المتغيرات البحثية			المجموعة التجريبية ن=٦		المجموعة الضابطة ن=٦		الفرق بين المتوسطين	قيمة (ت) سَ	مربع ايتا ±ع
			سَ	±ع	سَ	±ع			
المدي الحركي لمفاصل الطرف العلوي (درجة)	مفصل رسغ اليد	قبض	٦٤.٦٧	٠.٥٢	٥٢.٦٧	٢.٨٨	١٢.٠٠	*١٠.٠٦	%٩١.٠١
		بسط	٤٩.٣٣	٠.٨٢	٣٥.١٧	٠.٤١	١٤.١٧	*٣٨.٠١	%٩٩.٣١
	مفصل المرفق	قبض	١٤٤.٠٠	١.٢٦	١٢٦.٠٠	٥.٥٥	١٨.٠٠	*٧.٧٥	%٨٥.٧١
		بسط	٤.١٧	١.٤٧	٢٥.٠٠	٠.٠٠	٢٠.٨٣	*٣٤.٦٧	%٩٩.١٧
	مفصل الكتف	تبعيد	٩٩.٦٧	٠.٥٢	٧٤.٥٠	٥.٧٢	٢٥.١٧	*١٠.٧٤	%٩٢.٠٢
		تقريب	٢.٨٣	٠.٧٥	١٢.٨٣	٣.٤٩	١٠.٠٠	*٦.٨٦	%٨٢.٤٩
المدي الحركي لمفاصل الطرف السفلي (درجة)	صل الكاحل	قبض	١٥.٣٣	٠.٨٢	١٠.٥٠	٠.٨٤	٤.٨٣	*١٠.١٣	%٩١.١٢
		بسط	٣٤.٣٣	٠.٨٢	٢٥.٠٠	٠.٠٠	٩.٣٣	*٢٨.٠٠	%٩٨.٧٤
	مفصل الركبة	قبض	١١٩.٥٠	٠.٨٤	١٠٠.١٧	٠.٤١	١٩.٣٣	*٥٠.٨٧	%٩٩.٦٢
		بسط	٧.٦٧	٠.٥٢	٣.٠٠	٠.٠٠	٤.٦٧	*٢٢.١٤	%٩٨.٠٠
	مفصل الفخذ	قبض	٧٩.٣٣	٠.٨٢	٦١.٣٣	٢.٨٠	١٨.٠٠	*١٥.٠٩	%٩٥.٨٠
		بسط	٢٩.١٧	٠.٩٨	١١.٣٣	٢.٨٠	١٧.٨٣	*١٤.٧٠	%٩٥.٥٨
المشية (ث)		للأمام	٣.١٥	٢.٠٠	٤.٨٣	٢.٧١	١.٣٩	٠.٥٦	%٣.٠٢
		للخلف	٤.١٦	٢.٥١	٥.١٥	١.٩٥	١.٧٣	٠.٦٧	%٤.٣٢

*معنوي عند مستوى ٠.٠٥ حيث قيمة ت الجدولية عند مستوى ٠.٠٥ = (٢.٢٣)

يتضح من الجدول رقم (٦)، الخاص بالمقارنة بين المجموعة التجريبية (التي تلقت برنامجًا تأهيليًا مزدوجًا) والمجموعة الضابطة (التي تلقت العلاج بالأوكسجين فقط) بعد التطبيق، وجود فروق ذات دلالة إحصائية عند مستوى (٠.٠٥) لصالح المجموعة التجريبية في معظم قياسات المدى الحركي للطرفين العلوي والسفلي. فقد تجاوزت قيمة (ت) المحسوبة في غالبية المتغيرات القيمة الجدولية (٢.٢٣)، وكانت الفروق أكثر وضوحًا في مفاصل الرسغ، المرفق، الركبة، والكتف، حيث تراوح حجم التأثير (مربع إيتا) بين (٨٢% إلى ٩٩.٦٢%)، وهو ما يدل على فاعلية مرتفعة للبرنامج المزدوج في تحسين تلك المتغيرات. في المقابل، لم تُسجل فروق ذات دلالة إحصائية بين المجموعتين في بعض المتغيرات، مثل المشي للأمام والخلف، وبعض قياسات مفصل الفخذ، حيث بقيت قيم (ت) المحسوبة دون القيمة الجدولية، ما يشير إلى ضعف تأثير الدمج العلاجي في تلك الجوانب. بوجه عام، تراوحت نسب التأثير الكلي بين (٣.٠٢% إلى ٩٩.٦٢%)، مما يُعزز من نتيجة أن البرنامج التأهيلي المزدوج كان أكثر فاعلية من العلاج بالأوكسجين وحده في تحسين معظم المؤشرات الحركية لدى مصابي السكتة الدماغية في المرحلة شبه الحادة.

مناقشة النتائج:

تُعد المرحلة شبه الحادة من السكتة الدماغية من الفترات الزمنية ذات الأهمية البالغة في مسار الاستشفاء العصبي والوظيفي، نظرًا لما تتصف به من استقرار فسيولوجي نسبي، وارتفاع في استجابة الدماغ للمحفزات التأهيلية. وفي ضوء ذلك، انطلقت هذه الدراسة من فجوة بحثية تتعلق بندرة النماذج التطبيقية التي تدمج بين التمرينات العلاجية المبكرة والعلاج بالأوكسجين تحت الضغط في هذه المرحلة، على الرغم من وفرة الأدلة التي تدعم فاعلية كل مدخل على حدة.

وقد هدفت الدراسة إلى تقصي الأثر التكاملي لبرنامج تأهيلي مزدوج يجمع بين التمرينات العلاجية المبكرة والعلاج بالأوكسجين تحت الضغط، من حيث تأثيره على المدى الحركي والمشية لدى مصابي السكتة الدماغية في المرحلة شبه الحادة. وتتناول هذه المناقشة تحليل النتائج المستخلصة في ضوء فروض الدراسة، وربطها بالأدبيات العلمية السابقة، وتفسيرها استنادًا إلى الأسس النظرية والميدانية المعتمدة، بما يسهم في تعميق الفهم العلمي لتكامل المسارين العلاجيين قيد البحث.

وانطلاقًا من ذلك، تبدأ المناقشة بتحليل نتائج الفرض الأول كما يلي:

مناقشة الفرض الأول:

نص الفرض الأول: توجد فروق دالة إحصائيًا بين القياسين القبلي والبعدي لدى المجموعة التجريبية التي تلقت برنامجًا تأهيليًا مزدوجًا يجمع بين التمرينات العلاجية والعلاج بالأوكسجين تحت الضغط، في المدى الحركي والمشية، لصالح القياس البعدي .وقد أظهرت النتائج الإحصائية الخاصة بالمجموعة التجريبية وجود فروق ذات دلالة إحصائية عند مستوى (٠.٠٥) في جميع قياسات المدى الحركي للطرفين العلوي والسفلي، حيث تراوحت قيمة (ت) بين (٢.٨٧) و(٣٧.٤٥)، وتجاوزت بذلك القيمة الجدولية (٢.٥٧)، مما يدل على وجود فروق لصالح القياس البعدي. كما تراوحت أحجام التأثير (مربع إيتا) بين (٠.٣١%) و(٩٩.٠١%)، مما يعكس تفاوتًا في استجابة المتغيرات المختلفة، ويؤكد فاعلية البرنامج التأهيلي المزدوج . تتفق هذه النتائج مع ما أوردته (Shahid et al.,2023) في مراجعتهم الشاملة حول التدخلات التأهيلية ما بعد السكتة، حيث أشاروا إلى أن التمرينات العلاجية المنتظمة تُسهم في تحسين القوة العضلية، وزيادة المرونة، واستعادة التوافق العضلي العصبي، مما يُعزز الأداء الحركي العام. كما تدعم هذه النتائج ما أشار

إليه (Meng et al.,2023b) من أن التمرينات المبكرة المنظّمة تُسرّع من معدلات التحسن الوظيفي إذا طُبّقت خلال النافذة الزمنية المناسبة .من جهة أخرى، أكدت دراسات متعددة فاعلية العلاج بالأوكسجين تحت الضغط كوسيلة لتحفيز التعافي العصبي من خلال زيادة الأوكسجين الذائب في البلازما، وتحسين التروية الدموية، وتعزيز نمو الشعيرات الدموية، وتقليل الالتهاب العصبي. وقد أظهرت دراسة (Hadanny et al.,2020) نتائج إيجابية لدى مرضى السكتة المزمنين، تمثلت في تحسن الوظائف الإدراكية والتنفيذية، بينما أشار (Schmutz et al., 2023) إلى أن تطبيق بروتوكول العلاج بالأوكسجين تحت الضغط بعد استكمال التأهيل التقليدي أسهم في تخفيض درجة العجز الوظيفي، مما يُعزز التفسير القائم على الأثر التكميلي بين المسارين العلاجيين.

أما بشأن متغير المشية، فقد أظهرت النتائج عدم وجود فروق ذات دلالة إحصائية في زمن المشي للأمام أو الخلف بين القياسين القبلي والبعدي، ويُعزى ذلك على الأرجح إلى غياب تدريبات متخصصة بالمشي ضمن البرنامج الحالي، مثل التوازن الديناميكي أو تحميل الوزن التدريجي، وهي تدخلات أثبتت فعاليتها في استعادة المشي بحسب ما أشارت إليه الأدبيات (Teasell et al., 2020b; Langhorne et al., 2011).

ويُعزز هذا التحليل أن تحسن مدى حركة المفصل لا يُترجم تلقائيًا إلى تحسن وظيفي في المشي، ما لم تتم مراعاة أنماط الحركات المعقدة في التدريب.

وبناءً على ما سبق، يمكن القول إن الفرض الأول قد تحقق جزئيًا، حيث ثبت تأثير البرنامج التأهيلي المزدوج على معظم مؤشرات المدى الحركي، دون أن يمتد هذا التأثير بشكل دال إلى متغير المشية، ما يُشير إلى ضرورة تطوير البرنامج التأهيلي مستقبلاً بإدراج تدريبات ديناميكية موجهة للمشي، بما يعزز التكامل بين التحسن الهيكلي والوظيفة الحركية.

وتُعد هذه النتائج دافعًا لمزيد من الدراسات التي تختبر فعالية برامج أكثر شمولًا، تتضمن تدخلات موجهة للمشي الوظيفي في المرحلة شبه الحادة.

مناقشة الفرض الثاني:

نظرًا لأن الهدف الرئيس للدراسة هو تقصي فاعلية الدمج بين التمرينات العلاجية والعلاج بالأوكسجين تحت الضغط، فقد تم تصميم المجموعة الضابطة لتتلقى العلاج بالأوكسجين فقط، وذلك للتحقق من إسهام هذا المكوّن بشكل مستقل في التحسن الحركي، ومقارنته بأثر الدمج في المجموعة التجريبية. ويُعد هذا الإجراء خطوة منهجية ضرورية لعزل تأثير العلاج بالأوكسجين وتقدير مدى مساهمته الفعلية ضمن البرنامج التأهيلي المزدوج. وفي ضوء ذلك، تُناقش نتائج الفرض الثاني فيما يلي:

ينص الفرض الثاني على أن: توجد فروق دالة إحصائيًا بين القياسين القبلي والبعدي لدى المجموعة الضابطة التي تلقت العلاج بالأوكسجين تحت الضغط فقط، في المدى الحركي والمشية، لصالح القياس البعدي.

وقد أظهرت النتائج الإحصائية تحقق هذا الفرض جزئيًا؛ حيث وُجدت فروق ذات دلالة إحصائية في معظم قياسات المدى الحركي للطرفين العلوي والسفلي لدى أفراد المجموعة الضابطة بعد تلقيهم العلاج بالأوكسجين تحت الضغط، في حين لم تظهر فروق دالة إحصائيًا في متغيرات المشية، وبعض الحركات الدقيقة مثل تبعيد الكتف وقبض مفصل الكاحل.

تدعم هذه النتيجة ما أشارت إليه الأدبيات من أن العلاج بالأوكسجين تحت الضغط يمتلك القدرة على تعزيز العمليات الفسيولوجية الحيوية التي تُسهم في تحسن الأداء الحركي العام، من خلال زيادة كمية الأوكسجين الذائب في بلازما الدم، وتحسين التروية الدموية في المناطق المصابة، وتنشيط عمليات الترميم العصبي وتقليل الالتهاب الخلوي والضغط التأكسدي (Shai et al., 2017; Fosen et al., 2020; Zhao et al., 2022). كما بيّنت دراسة (Hadanny et al., 2020) أن تطبيق بروتوكولات العلاج بالأوكسجين تحت الضغط لدى مرضى السكتة الدماغية في المراحل المزمنة أدى إلى تحسن ملحوظ في الوظائف العصبية والمعرفية، الأمر الذي قد يُفسر التأثير الإيجابي لهذا التدخل على الكفاءة الحركية العامة في هذه الدراسة.

أما فيما يخص عدم وجود فروق دالة في متغير المشية، فتتفق هذه النتيجة مع ما ورد في دراسة (السعيد وأبوبكر، ٢٠٢٠)، والتي رغم تسجيلها تحسنًا في القوة العضلية عند دمج التمرينات مع العلاج بالأوكسجين، لم ترصد تأثيرًا دالًا في مهارات المشي أو التوازن الديناميكي. وهو ما يُعزز

الفرضية القائلة بأن العلاج بالأوكسجين، وإن كان فاعلًا في دعم العمليات البيولوجية، لا يرقى بمفرده إلى تحسين الأداء الحركي الوظيفي المعقد، مثل المشي، ما لم يُدعّم بتدخلات حركية مباشرة تستهدف التحكم العضلي والتوازن والتحميل التدريجي (Langhorne et al., 2011; Teasell et al., 2020b).

كما أن الحركات الدقيقة، كـ"تبعيد الكتف" و"قبض الكاحل"، تتطلب تنشيطًا لمسارات عصبية حسّاسة ومعقدة يصعب استثارتها بالعلاج البيولوجي وحده، بل تحتاج إلى تدخلات تأهيلية متخصصة لتحسين التحكم العصبي العضلي.(Meng et al., 2023a)

وهو ما لم يتوفر للمجموعة الضابطة التي لم تتلقَّ أي نوع من التمرينات العلاجية، بما يتسق مع ما أوردته الدراسات الحديثة من أن تحفيز الوظائف الحركية الدقيقة يتطلب تدخلات تأهيلية موجهة (Meng et al., 2023a).

وبالتالي، فإن هذه النتائج تُعزّز منطق تصميم الدراسة القائم على اختبار فاعلية الدمج العلاجي، إذ إن العلاج بالأوكسجين وحده – رغم فاعليته الجزئية – لا يكفي لإحداث تحسن شامل في الأداء الحركي، وهو ما أكدته النتائج التي ظهرت لصالح المجموعة التجريبية.

وعليه، يمكن القول إن الفرض الثاني قد تحقق جزئيًا؛ حيث أظهر العلاج بالأوكسجين تحت الضغط فاعلية في تحسين بعض مؤشرات المدى الحركي، لكنه لم يُحدث أثرًا دالًا في المشية أو الحركات الدقيقة، مما يدعم التوجه نحو الدمج العلاجي كأسلوب أكثر شمولًا وفاعلية في التأهيل الحركي لمصابي السكتة الدماغية في المرحلة شبه الحادة.

مناقشة الفرض الثالث:

في ضوء ما كشفت عنه نتائج الفرضين السابقين من أن كلاً من العلاج بالأوكسجين تحت الضغط والتمرينات العلاجية يُمكن أن يسهم في تحسين المدى الحركي بدرجات متفاوتة، مع بروز فاعلية أعلى عند الجمع بينهما، تبرز أهمية التحقق من الفرض الثالث، الذي يُعد محورًا حاسمًا في الدراسة؛ إذ يُقارن بشكل مباشر بين أثر البرنامج التأهيلي المزدوج وأثر العلاج بالأوكسجين فقط على مؤشرات المدى الحركي والمشية.

ويهدف هذا الفرض إلى اختبار ما إذا كان الدمج بين العلاجين يُفضي إلى نتائج تفوق إحصائيًا وعمليًا أثر العلاج بالأوكسجين تحت الضغط بمفرده، بما يُعزّز منطق التكامل العلاجي كأساس لبناء استراتيجيات تأهيلية أكثر فاعلية لمصابي السكتة الدماغية.

وفيما يلي مناقشة نتائج الفرض الثالث الذي ينص على: توجد فروق دالة إحصائيًا في القياس البعدي بين المجموعة التجريبية والمجموعة الضابطة في متغيرات المدى الحركي والمشية، لصالح المجموعة التجريبية.

وقد أظهرت نتائج القياسات البعدية تفوقًا واضحًا للمجموعة التجريبية التي خضعت لبرنامج تأهيلي مزدوج، في معظم مؤشرات المدى الحركي للطرفين العلوي والسفلي، مقارنة بالمجموعة الضابطة التي تلقت العلاج بالأوكسجين فقط. وقد تجاوزت القيم الإحصائية المحسوبة حدود الدلالة في غالبية المتغيرات، مصحوبة بأحجام تأثير مرتفعة، حيث بلغت قيمة مربع إيتا في بعض المتغيرات أكثر من ٩٠%، ما يدل على فاعلية كبيرة للتدخل المزدوج.

تدعم هذه النتائج فرضية الدراسة الرئيسة التي تشير إلى أن التكامل بين التمرينات العلاجية المبكرة والعلاج بالأوكسجين تحت الضغط يُحدث أثرًا تراكميًا يعزز عملية التعافي الحركي بدرجة تفوق ما يمكن أن يُحققه كل تدخل على حدة. فالتمرينات المنظمة تعمل على تحسين التناسق العصبي العضلي، وتقوية العضلات، واستعادة المدى الحركي، في حين يسهم الأوكسجين عالي الضغط في تحفيز عمليات التروية الدموية وإعادة بناء الأنسجة العصبية المتضررة، ما يُنتج بيئة علاجية مثالية للتعافي الوظيفي. وهذا ما أكدته الدراسات التي تناولت كل مكون من مكونات البرنامج، كما في دراسة (Hadanny et al., 2020) التي أظهرت تحسنًا معرفيًا وحركيًا معتمدًا على العلاج بالأوكسجين، وكذلك ما أشار إليه (Meng et al., 2023a) و (Shahid et al., 2023) بخصوص دور التمرينات المبكرة في تعزيز الأداء الحركي بعد السكتة الدماغية.

كما أظهرت بيانات التصوير بالرنين المغناطيسي الوظيفي fMRI في دراسة (Catalogna et al., 2023) أدلة على إعادة التنظيم الوظيفي للقشرة الحركية بعد تطبيق بروتوكول العلاج بالأوكسجين، وهي نتيجة تدعم الأساس العصبي للتعافي، لكنها بقيت محدودة في التأثير الوظيفي الكامل عند عدم إرفاقها بتأهيل حركي نشط، وهو ما تميّز به تصميم الدراسة الحالية.

وفيما يتعلق بالمشية، لم تسجّل النتائج فروقًا دالة إحصائيًا بين المجموعتين، إلا أن المجموعة التجريبية أظهرت تحسنًا نسبيًا أكبر، الأمر الذي يُعزى إلى الأثر غير المباشر للتمرينات العلاجية العامة على المهارات الحركية المعقدة، رغم غياب التدريب المخصص للمشي. وهذا يُعزز ما ذهبت إليه الأدبيات مثل (Langhorne et al.,2011) و (Teasell et al.,2020b) من أن مهارة المشي تتطلب تدخلات موجّهة تشمل التوازن الديناميكي والتحميل التدريجي.

بناءً على ذلك، يمكن القول إن الفرض الثالث قد تحقق بدرجة كبيرة، حيث أثبت البرنامج التأهيلي المزدوج فاعلية ملحوظة في تحسين أغلب مؤشرات المدى الحركي مقارنة بالعلاج بالأوكسجين وحده، مما يؤكد أهمية التكامل بين المسارين العلاجيين في برامج التأهيل الحركي للمرحلة شبه الحادة بعد السكتة الدماغية، ويستدعي تطوير هذه البرامج مستقبلًا بإضافة مكونات موجّهة لتحسين المشي والتوازن لضمان شمولية التعافي.

في ضوء ما سبق من نتائج وتحليلات، تبرز فاعلية الدمج بين التمرينات العلاجية المبكرة والعلاج بالأوكسجين تحت الضغط كاستراتيجية واعدة في تعزيز التعافي الحركي لدى مصابي السكتة الدماغية في المرحلة شبه الحادة، لا سيما فيما يتعلق بتحسين مدى الحركة للعضلات والمفاصل. ورغم أن التحسن لم يمتد بشكل دال إلى مهارات المشي، إلا أن المؤشرات الإيجابية التي ظهرت لدى المجموعة التجريبية تدعم التوجه نحو تعزيز هذا النموذج العلاجي مستقبلاً بإدماج تدريبات حركية نوعية موجهة للمشي والتوازن.

وتؤكد هذه النتائج على أهمية التكامل العلاجي بين الجوانب البيولوجية والوظيفية في برامج التأهيل العصبي، بما يُسهم في بناء تدخلات أكثر شمولاً وفعالية. كما تدعو إلى إجراء مزيد من الدراسات التجريبية طويلة الأمد لاختبار أثر هذا التكامل في مراحل زمنية مختلفة بعد الإصابة، ومقارنته بنماذج التأهيل التقليدي، بما يُثري القاعدة العلمية لتأهيل مرضى السكتة الدماغية.

الاستنتاجات:

في ضوء نتائج الدراسة وتحليل فروضها، يمكن استخلاص الاستنتاجات التالية:

أولاً: أثبت البرنامج التأهيلي المزدوج، الذي يجمع بين التمرينات العلاجية المبكرة والعلاج بالأوكسجين تحت الضغط، فاعلية ملحوظة في تحسين المدى الحركي للطرفين العلوي والسفلي لدى مصابي السكتة الدماغية في المرحلة شبه الحادة مقارنة بالعلاج بالأوكسجين وحده.

ثانياً: ساهم العلاج بالأوكسجين تحت الضغط بمفرده في إحداث تحسن دال في بعض مفاصل الأطراف، إلا أن أثره بقي محدودًا في غياب التمرينات العلاجية المصاحبة.

ثالثاً: لم تُسجّل فروق ذات دلالة إحصائية في متغير المشية في أي من المجموعتين، مما يُشير إلى أن استعادة مهارات المشي تتطلب تدخلات تدريبية نوعية تتجاوز مجرد تحسين المدى الحركي.

رابعاً: تفوق البرنامج التأهيلي المزدوج لم يكن في حجم التحسن فقط، بل في اتساع نطاق تأثيره عبر مفاصل متعددة، مما يعكس ميزة تكميلية بين المسارين العلاجيين تُمكّنه من إحداث تحسن شامل في الوظيفة الحركية، مقارنة بالعلاج الأحادي.

خامساً: تُبرز نتائج الدراسة أن مدة البرنامج (١٢ أسبوعًا) كانت كافية لإحداث تحسن حركي واضح في المدى الحركي، لكنها لم تكن كافية لتحسين المشية بشكل دال، مما يُشير إلى أن تحسين المهارات الحركية المعقدة يتطلب برامج طويلة الأمد وتدخلات أكثر تخصّصًا.

التوصيات:

في ضوء ما أسفرت عنه نتائج الدراسة، وما تبيّن من تحليلات علمية وميدانية، يُقدِّم الباحثون التوصيات الآتية:

أولاً: التوصيات التطبيقية

١- تبنّي النموذج العلاجي المزدوج الذي يجمع بين التمرينات العلاجية المبكرة والعلاج بالأوكسجين تحت الضغط ضمن برامج التأهيل الحركي للمرحلة شبه الحادة من السكتة الدماغية، نظرًا لما أثبته من فاعلية في تحسين المدى الحركي.

٢- تطوير البرامج التأهيلية لتشمل تدريبات موجّهة للمشي الوظيفي والتوازن الديناميكي، استجابةً لعدم تحقق فروق دالة في مهارات المشي ضمن البرنامج الحالي.

٣- استخدام العلاج بالأوكسجين تحت الضغط كمدخل مساعد في خطط التأهيل الشامل للحالات التي تستدعيه، مع مراعاة الفروق الفردية والحالات الطبية الخاصة بكل مريض.

ثانيًا: التوصيات البحثية المستقبلية

١- تضمين تدريبات مخصصة للمشي والتوازن ضمن تصميم البرامج التأهيلية المزدوجة في الدراسات القادمة، لتقييم أثرها المباشر على المشي الوظيفي.

٢- تصميم تدخلات تأهيلية موجهة للحركات الدقيقة والتحكم العصبي العضلي، لا سيما في مفاصل مثل الكتف والكاحل، التي لم تُظهر تحسنًا دالًا في هذه الدراسة.

٣- إجراء دراسات مقارنة لتقييم أثر البرنامج التأهيلي المزدوج عند تطبيقه في مراحل زمنية مختلفة من السكتة الدماغية (الحادة، شبه الحادة، المزمنة).

٤- تنفيذ دراسات طولية تتبّع أثر البرنامج بعد انتهاء فترة التدخل، بهدف تقييم مدى استدامة التحسن الحركي على المدى البعيد.

المراجع

أولًا :المراجع العربية

١. إبراهيم، ع .ر .ي .(2009) .تأثير التمرينات التأهيلية على الكفاءة البدنية لمرضى الشلل النصفي الناتج عن الجلطة المخية) رسالة دكتوراه غير منشورة .(كلية التربية الرياضية بنين، جامعة بنها.
٢. السعيد، م .م.، وأبوبكر، م .خ .أ .(2020) .تأثير استخدام التمرينات التأهيلية مع الأكسجين المضغوط لتحسين الكفاءة الوظيفية لمصابي الجلطات المخية .المجلة الدولية للعلوم الرياضية والفنون،(32)32 ، 151-174.
٣. صالح، أ .ح .(2009) .الدليل في آلام الظهر والطب البديل .القاهرة :مكتبة مدبولي للطباعة والنشر.
٤. عبد الحميد، م .م .(2004) .تأثير برنامج تمرينات علاجي حركي مقترح لعلاج وتحسين بعض القدرات الحركية لمرضى الشلل النصفي الارتخائي .بحث منشور، كلية التربية الرياضية للبنين، جامعة حلوان.
٥. عثمان، ع .ع .س .(2010) .تأثير برنامج تمرينات تأهيلية لتحسين الكفاءة الوظيفية للجهاز الحركي نتيجة الإصابة بالجلطة المخية) رسالة ماجستير .(كلية التربية الرياضية للبنين، جامعة الإسكندرية).
٦. فضل، م .م .(2007) .دراسة المتغيرات المورفو-وظيفية المصاحبة لمرض الشلل النصفي الناتج عن الإصابة بالجلطة الدماغية كأساس لبرنامج التأهيل الرياضي) رسالة ماجستير غير منشورة .(كلية التربية الرياضية، جامعة طنطا).

ثانيًا: المراجع الأجنبية

7. Ahmed, A., Ali, M., Khan, S., & Lee, S. (2023). A comprehensive review of physical therapy interventions for stroke rehabilitation. Brain Sciences, 13(5), 717.
8. Campbell, B. C. V., De Silva, D. A., Macleod, M. R., Coutts, S. B., Schwamm, L. H., Davis, S. M., & Donnan, G. A. (2019). Ischaemic stroke. Nature Reviews Disease Primers, 5(1), 70.
9. Catalogna, M., Hadanny, A., Parag, Y., Adler, M., Elkarif, V., & Efrati, S. (2023). Functional MRI evaluation of hyperbaric oxygen therapy effect on hand motor recovery in a chronic post-stroke patient: A case report and physiological discussion. Frontiers in Neurology, 14, Article 1233841.

10. Coleman, E. R., Moudgal, R., Lang, K., Hyacinth, H. I., Awosika, O. O., Kissela, B. M., & Feng, W. (2018). Early rehabilitation after stroke: A narrative review. Current Atherosclerosis Reports, 19(12),59.
11. Cozene, B., Sadanandan, N., Gonzales-Portillo, B., Saft, M., Cho, J., Park, Y. J., & Borlongan, C. V. (2020). An Extra Breath of Fresh Air: Hyperbaric Oxygenation as a Stroke Therapeutic. Biomolecules, 10(9), 1279.
12. Daugherty, W. P., Levasseur, J. E., Sun, D., et al. (2015). Effects of hyperbaric oxygen therapy on cerebral oxygenation and mitochondrial function following moderate lateral fluid-percussion injury in rats. Journal of Neurosurgery, 101, 499–504.
13. Demchenko, I. T., Zhilyaev, S. Y., Moskvin, A. N., Krivchenko, A. I., Piantadosi, C. A., & Allen, B. W. (2013). Baroreflex-mediated cardiovascular responses to hyperbaric oxygen. Journal of Applied Physiology, 115, 819–828.
14. Dong, Q., Wu, M., & Hu, W. (2023). Efficacy and association of hyperbaric oxygen therapy combined with butylphthalide and oxiracetam with serum levels of inflammatory markers in vascular cognitive impairment after acute ischemic stroke. Pakistan Journal of Medical Sciences, 39(3), 829–834.
15. Dong, Y., Weng, L., Hu, Y., Li, X., Shen, C., Yu, J., & Liu, M. (2022). Exercise for stroke rehabilitation: A bibliometric analysis of global research from 2001 to 2021. Frontiers in Aging Neuroscience, 14, 876954.
16. Feigin, V. L., Stark, B. A., Johnson, C. O., Roth, G. A., Bisignano, C., Abady, G. G., ... & Vos, T. (2021). Global, regional, and national burden of stroke and its risk factors, 1990–2019: a systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2019. The Lancet Neurology, 20(10), 795–820.
17. Fosen, K. M., Thom, S. R., & Muth, C. M. (2020). Hyperbaric oxygen therapy: A comprehensive review. Undersea and Hyperbaric Medicine, 47(1), 21–37.

18. Hadanny, A., Rittblat, M., Bitterman, M., May-Raz, I., Suzin, G., Boussi-Gross, R., Zemel, Y., Bechor, Y., Catalogna, M., & Efrati, S. (2020). Hyperbaric oxygen therapy improves neurocognitive functions of post-stroke patients: A retrospective analysis. Restorative Neurology and Neuroscience, 38(1), 93–107.
19. Hyperbaric oxygen therapy in the treatment of acute and chronic peripheral ischaemia. (2012). Internal Medicine, 6, 117–137.
20. Johnson, C. O., Nguyen, M., Roth, G. A., Nichols, E., Alam, T., Abate, D., ... & Feigin, V. L. (2019). Global, regional, and national burden of stroke, 1990–2016: a systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2016. The Lancet Neurology, 18(5), 439–458.
21. Langhorne, P., Bernhardt, J., & Kwakkel, G. (2011). Stroke rehabilitation. The Lancet, 377(9778), 1693–1702.
22. Lee, K. E., Choi, M., & Jeoung, B. (2022). Effectiveness of rehabilitation exercise in improving physical function of stroke patients: A systematic review. International Journal of Environmental Research and Public Health, 19(19), 12739.
23. Liu, T., Li, C., Gu, L., Zhang, P., Sheng, J., & Zhao, K. (2021). Aerobic exercise combined with hyperbaric oxygen therapy can improve post-stroke cognition and reduce oxidative stress. Chinese Journal of Physical Medicine and Rehabilitation, 12, 623–627.
24. Meng, X., Li, N., Wang, Q., & Zhao, Y. (2023b). Effectiveness of early physical therapy on functional recovery after stroke: A meta-analysis. International Journal of Stroke Rehabilitation, 15(2), 75–83.
25. Meng, X., Li, Y., Yang, Y., & Zhang, J. (2023a). Effectiveness of rehabilitation training on motor function after stroke: A systematic review and meta-analysis. BMC Neurology, 23(1), 54.
26. Mik, E. G. (2013). Measuring mitochondrial oxygen tension: From basic principles to application in humans. Anesthesia & Analgesia, 117, 834–846.
27. Plafki, C., Peters, P., Almeling, M., Welslau, W., & Busch, R. (2000). Complications and side effects of hyperbaric oxygen therapy. Aviation, Space, and Environmental Medicine, 71(2), 119–124.

28. Poli, S., & Veltkamp, R. (2009). High-dose therapy after stroke: Is the window of opportunity open? Stroke, 40(4), 1446–1451.
29. Powers, W. J., Rabinstein, A. A., Ackerson, T., Adeoye, O. M., Bambakidis, N. C., Becker, K., ... Tirschwell, D. L. (2018). 2018 guidelines for the early management of patients with acute ischemic stroke: A guideline for healthcare professionals from the American Heart Association/American Stroke Association. Stroke, 49(3), e46–e110.
30. Rockswold, S. B., Rockswold, G. L., Vargo, J. M., et al. (2016). The effects of hyperbaric oxygen on cerebral metabolism and intracranial pressure in severely brain-injured patients. Journal of Neurosurgery, 94, 403–411.
31. Schiavo, A., Bonavita, V., & Puca, F. (2020). The effect of a combined mental and physical rehabilitation program including hyperbaric oxygen on upper limb function in a chronic stroke patient. NeuroRehabilitation, 47(1), 121–126.
32. Schmutz, J., Engelter, S., Peters, N., Schmucki, P., & Gelsomino, M. (2023). Hyperbaric oxygen in post-stroke patients: A feasibility study. Clinical and Translational Neuroscience, 7(4), 41.
33. Shahid, J., Kashif, A., & Shahid, M. K. (2023). A comprehensive review of physical therapy interventions for stroke rehabilitation: Impairment-based approaches and functional goals. Brain Sciences, 13(5), 717.
34. Shai, E., Ben-Zvi, D., & Efrati, S. (2017). The therapeutic potential of hyperbaric oxygen therapy in traumatic and ischemic brain injuries: A review. Medical Gas Research, 7(3), 206–215.
35. Signoretti, S., Marmarou, A., Tavazzi, B., et al. (2014). N-acetylaspartate reduction as a measure of injury severity and mitochondrial dysfunction following diffuse traumatic brain injury. Journal of Neurotrauma, 18, 977–991.
36. Stinear, C., Ackerley, S., & Byblow, W. (2013). Rehabilitation is initiated early after stroke, but most motor rehabilitation trials are not: A systematic review. Stroke, 44(7), 2039–2045.

37. Teasell, R., Hussein, N., & McClure, A. (2020a). Evidence-Based Review of Stroke Rehabilitation: Chapter 3 – Background Concepts in Stroke Rehabilitation. Retrieved from.
38. Teasell, R., Mehta, S., Pereira, S., McIntyre, A., Janzen, S., Allen, L., & Lobo, L. (2020b). Time to rethink long-term rehabilitation management of stroke patients. Topics in Stroke Rehabilitation, 27(4), 249–260.
39. Verma, R., Chopra, A., Giardina, C., Sabbisetti, V., Smyth, J. A., Hightower, L. E., et al. (2015). Hyperbaric oxygen therapy (HBOT) suppresses biomarkers of cell stress and kidney injury in diabetic mice. Cell Stress & Chaperones, 20, 495–505.
40. Verweij, B. H., Muizelaar, J. P., Vinas, F. C., et al. (2011). Impaired cerebral mitochondrial function after traumatic brain injury in humans. Journal of Neurosurgery, 93, 815–820.
41. Yan, Y., Zhang, X., An, X., Fan, W., Liang, J., Luo, B., Ren, H., & Huang, Y. (2022). The application and perspective of hyperbaric oxygen therapy in acute ischemic stroke: From the bench to a starter? Frontiers in Neurology, 13, 928802.
42. Zhao, R., Wang, C., & Wang, Y. (2022). Changes in serum cellular adhesion molecule and matrix metalloproteinase-9 levels in patients with cerebral infarction following hyperbaric oxygen therapy: A case and intergroup control study. Neural Regeneration Research, 17(4), 819–824.

ملخص البحث

عنوان البحث : تأثير برنامج تأهيلي مزدوج يجمع بين التمرينات العلاجية المبكرة والعلاج بالأكسجين تحت الضغط على المدى الحركي والمشية لدى مصابي السكتة الدماغية في المرحلة شبه الحادة

* لواء طبيب ا.م.د/ أمجد أحمد جمال الدين
** ا.م.د / أحمد رفعت محمد ريـه
*** د / محمد ماجد احمد البليهشي
**** باحث دكتوراة / محمد أسماعيل الأطير

ملخص البحث:

هدفت هذه الدراسة إلى التعرف على تأثير برنامج تأهيلي مزدوج يجمع بين التمرينات العلاجية المبكرة والعلاج بالأوكسجين تحت الضغط على المدى الحركي والمشية لدى مصابي السكتة الدماغية في المرحلة شبه الحادة. استخدم الباحثون المنهج شبه التجريبي، وتكوّنت العينة من (١٢) مصابًا بالسكتة الدماغية، تم توزيعهم بالتساوي على مجموعتين: تجريبية خضعت لبرنامج تأهيلي يجمع بين التمرينات العلاجية والعلاج بالأوكسجين تحت الضغط، وضابطة تلقت العلاج بالأوكسجين فقط.

أُجريت القياسات القبلية والبعدية باستخدام اختبارات مدى الحركة والمشية، وتم تحليل البيانات إحصائيًا باستخدام اختبار (ت) للفروق بين المتوسطات، إضافةً إلى حساب حجم التأثير (مربع إيتا). أظهرت النتائج وجود فروق دالة إحصائيًا لصالح المجموعة التجريبية في معظم متغيرات المدى الحركي، في حين لم تُسجّل فروق دالة في متغير المشية لدى أي من المجموعتين. كما أظهرت النتائج تفوق البرنامج التأهيلي المزدوج مقارنة بالعلاج بالأوكسجين وحده من حيث حجم الأثر واتساع نطاق التحسن.

توصّلت الدراسة إلى فاعلية الدمج بين التمرينات العلاجية والعلاج بالأوكسجين في تحسين المدى الحركي، وأوصت بتطوير البرامج التأهيلية المستقبلية لتشمل تدريبات موجهة للمشي والتوازن، والاهتمام بإجراء تدخلات طويلة الأمد أو دراسات تتبعية لتحليل استدامة الأثر العلاجي.

الكلمات الدالة : السكتة الدماغية – المرحلة شبه الحادة – التأهيل الحركي – التمرينات العلاجية المبكرة – العلاج بالأوكسجين تحت الضغط – المدى الحركي – المشية – البرنامج التأهيلي المزدوج

* لواء طبيب استشاري طب الأعماق، مدرس سابق بكلية طب القوات المسلحة، مدير معهد طب الأعماق بالقوات البحرية المصرية بالإسكندرية.

** استاذ مساعد دكتور بقسم اللياقة البدنية والجمباز والعروض الرياضية، كلية التربية الرياضية للبنين، جامعة الإسكندرية، مصر.
*** استاذ مساعد بقسم التربية وعلم النفس، كلية التربية والآداب، جامعة تبوك ، المملكة العربية السعودية .

**** باحث دكتوراة، قسم العلوم الحيوية والصحية الرياضية، كلية التربية الرياضية للبنين، جامعة الإسكندرية. ، مصر.

Title: The Effect of a Combined Rehabilitation Program Integrating Early Therapeutic Exercises and Hyperbaric Oxygen Therapy on Range of Motion and Gait in Subacute Stroke Patients

***Major General Dr. Amgad Ahmed Gamal El-Din**
****Assoc. Prof. Ahmed Refaat Mohamed Reyeh**
*****Assoc. Prof. Mohammed Majid Ahmed Albelehshi**
******PhD Researcher: Mohamed Ismail El-Otyr**

Abstract:

This study aimed to examine the effect of a combined rehabilitation program incorporating early therapeutic exercises and hyperbaric oxygen therapy (HBOT) on range of motion (ROM) and gait among subacute stroke patients. A quasi-experimental design was used. The sample consisted of 12 participants diagnosed with subacute stroke, randomly assigned into two equal groups: an experimental group that received the combined rehabilitation program, and a control group that received HBOT only.

Pre- and post-intervention assessments were conducted using standardized ROM and gait tests. Data were analyzed statistically using paired and independent t-tests, along with effect size estimation via Eta squared. The findings revealed statistically significant improvements in most ROM variables in favor of the experimental group, while no significant improvements were observed in gait variables in either group. Additionally, the combined program demonstrated greater effectiveness compared to HBOT alone in terms of both effect size and the breadth of improvement across joints.

The study concluded that integrating early therapeutic exercises with HBOT is an effective approach to enhance ROM in subacute stroke patients. It recommends the development of future rehabilitation programs to include gait-specific and balance-oriented exercises, as well as extended follow-up interventions to assess the long-term sustainability of the therapeutic outcomes.

Keywords: Stroke – Subacute Phase – Motor Rehabilitation – Early Therapeutic Exercises – Hyperbaric Oxygen Therapy – Range of Motion – Gait – Combined Rehabilitation Program

*Consultant in Hyperbaric Medicine, Former Lecturer at the Faculty of Medicine, Armed Forces Medical College, and Director of the Naval Hyperbaric Medicine Institute, Alexandria, Egypt.
**Associate Professor, Department of Physical Fitness, Gymnastics, and Sports Shows, Faculty of Physical Education for Men, Alexandria University, Egypt.
***Associate Professor, Department of Education and Psychology, College of Education and Arts, University of Tabuk, Kingdom of Saudi Arabia.
****PhD Candidate, Department of Biological and Health Sciences in Sports, Faculty of Physical Education for Men, Alexandria University, Egypt.