محددات توصيات الغوص لدى الأطفال (مراجعة النطاق)

سالم بن حامد العتيبي
طالب دكتوراه كلية علوم الرياضة والنشاط البدني جامعة الملك سعود
هـــديـــل بنت فؤاد سعد
طالبة دكتوراه كلية علوم الرياضة والنشاط البدني جامعة الملك سعود
ندى بنت صديق خوجة
طالبة دكتوراه كلية علوم الرياضة والنشاط البدني جامعة الملك سعود
طلال بن محمد القرشي
طالب دكتوراه كلية علوم الرياضة والنشاط البدني جامعة الملك سعود
أ.د/ شايع بن عائض القحطاني
أستـــاذ فسيـــولوجيا الجهد البدني
كلية علوم الرياضة والنشاط البدني – جامعة الملك سعود
Doi: 10.21608/jsbsh.2023.217486.2473

المقدمة

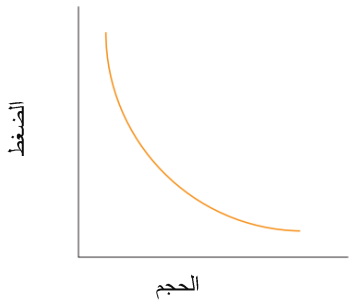
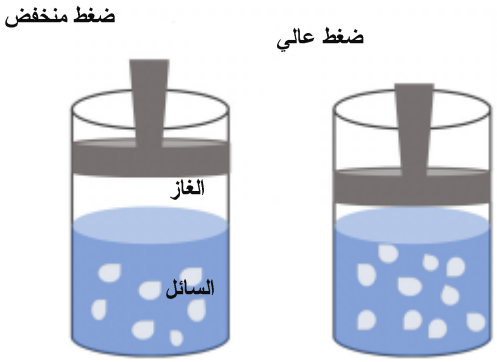
للزيادة المطردة في عدد الغواصين حول العالم حيث بلغ إجمالي الغواصـــين فـــي الولايـــات المتحدة الأمريكية ٥ مليون غواص ويضاف لهذا العدد ٥٠٠,٠٠٠ غواص كل سنة [١]، وما تم رصده أيضاً من إقبال كبير في عدد المشاركين في الغوص عام ٢٠١٣م حيث بلغ حوالي ٣ مليون غطســـه منفردة لكل غواص وذلك وفقاً لتقارير المشاركة في الغوص لعام ٢٠١٤م [2]، كما ولوحظ إقبال كبيـــر من الأطفال لممارسة رياضة الغوص [3]، حيث زادت نسبة المشاركين في الغوص من الأطفال في عام ٢٠٢١م والتي بلغت ٢٢% مشاركاً مقابل ١٧% مشاركاً في عام ٢٠٢٠م حسب ما تم رصده من قبل الجمعية المهنية لمدربي الغوص (PADI) ويعزى ذلك النمو للتطور الملحوظ في صناعة مســـتلزمات الغوص بما يتناسب مع خصائص الأطفال الفسيولوجية والفيزيائية والتشريحية [4].

أصبح الغوص باستخدام المعدات متمثل في جهاز التنفس تحت الماء (Scuba) أكثر شـــيوعاً سواء على مستوى الأطفال أو البالغين حيث بلغ أكثر من ١١٠٠٠٠ غواص ما بين أطفال ومراهقين تتراوح أعمارهم ما بين (١٢ – ١٧) سنة يمارسون الغوص بانتظام ومع ذلك لا تزال مخاطر الغوص لدى الأطفال والمراهقين غير واضحة عدا بعض المعلومات الوبائية التي تشير إلى وجـــود إصـــابات مميتة أثناء استخدام الأطفال لأجهزة التنفس تحت الماء (Scuba) [5]، كما ويلاحظ وجود نمو طـــردي في نسبة الحوادث متزامن مع النمو المتزايد في عدد ممارسين الغوص من هذه الفئة [3].

وبملاحظة الانخفاض المطرد في العمر الذي يسمح به للطفل بمزاولة غوص (Scuba) قامت الجمعية المهنية لمدربي الغوص (PADI) في السابق بتغيير الحد الأدنى لمتطلبات العمر ليكون ما بين

١٠ –١٢ سنة وذلك استناداً لما أوصت به منظمات أخرى مثل الاتحاد العالمي للأنشطة تحت الماء (CMAS) خلال نفس الفترة الزمنية [٦]، وما ثبت عن المملكة المتحدة بعدم السماح للأطفال الأقل من ١٢ سنة بمزاولة الغوص [7]، وكذلك ما صدر أيضاً عن بعض المنظمات واللجان التي تناولت هذه التوصيات ولكن بشكل غير موسع، ومنها ما صدر عن لجنة المعايير الطبية لغوص الترفيه بجنوب المحيط الهادي عام ١٩٩٠م من توصيات، والتي تناولت الموضوع من جانب أمني لضمان أمن وسلامة الغواص حيث توصي بعدم الغوص لمن تقل أعمارهم عن ١٦ سنة [8]. تبعتها توصيات لنفس اللجنة عام ٢٠١٠م تؤكد على تجنب الغوص لمن هم أقل من ١٤ سنة وكان مبررها عدم امتلاك الطفل النضج الذهني الكامل الذي يخوله من اتخاذ القرار المناسب في الحالات الطارئة تحت الماء [9,10]، بينما وافقت وكالات تدريب الغوص الأمريكية مؤخراً على حدود عمرية تتراوح ما بين ٨ – ١٢ سنة [١٠]. لذلك تعتبر قلة الأدلة العلمية والتوصيات لدى الأطفال موضع جدل [١٠]، مع توفر تفسير وأدلة علمية لبعض المخاطر الطبية للبالغين لكن من النادر جداً إيجاد ما يتعلق بالأطفال [١١]، كذلك بالنظر للتوصيات المتعلقة بالبالغين نجد في المقابل هناك قصور كبير فيما يتعلق بتوصيات الغوص لدى الأطفال [٦،١٢].

ولفهم أفضل يتطلب الأمر المعرفة التامة بالمبادئ التي تقوم عليها الإصابات المتعلقة بالغوص على كل من حجم الغاز وتشبعه حيث تتطلب معرفتنا بآلية الإصابة فهمنا لقانوني الغاز لكل من: (١) بويل (Boyle) (الشكل ١)، (٢) هنري (Henry) (الشكل ٢). حيث نص قانون بويل على أنه عن درجة حرارة ثابتة يتغير حجم كتلة معينة من الغاز عكسياً مع ضغطها؛ فعندما يتضاعف الضغط ينخفض الحجم إلى النصف وعلى العكس من ذلك، يؤدي انخفاض الضغط بمقدار النصف إلى زيادة في حجم الغاز إلى ضعف حجمه السابق، بمعنى أنه إذا زاد الضغط قل الحجم بنفس النسبة، وكلما زاد الحجم قل الضغط في ظل المحافظة على درجة حرارة ثابتة، هنا يتطلب الأمر معادلة ضغط الهواء داخل الجسم في الرئتين والجيوب الأنفية وقناة استاكيوس في الأذن والسماح بخروج الهواء لتجنب أثر التوسع القوي للغازات. بينما نص قانون هنري أنه عند درجة حرارة ثابتة تتناسب كمية وحجم الغاز الذائب في سائل ما طردياً مع الضغط الجزيئي لذلك الغاز الذي يطوف فوق ذلك السائل، لذلك عند استخدام أدوات الغوص مثل (Scuba) يتطلب الأمر طرد الهواء من الرئتين أثناء الصعود لتجنب تكوين الفقاعات المجهرية التي بدورها تتسبب في نقص الأكسدة وصولاً لمرحلة تخفيف الضغط [2]. حيث يتطلب منا الأمر المعرفة التامة بالتغيرات الفسيولوجية والتشريحية والفيزيائية التي تطرأ على أجهزة الجسم المختلفة لدى الأطفال تأكيداً للعلاقة ما بين كل من عمق الغوص والضغط وحجم الغازات والتأثيرات السامة المحتملة للغازات المختلفة التي يتم استنشاقها أثناء الغوص.

الشكل ١. قانون بويل (Boyle) [2]	الشكل ٢. قانون هنري (Henry) [13]
	
ينص قانون بويل: على أنه عند درجة حرارة معينة يتناسب حجم الغاز عكسيًا مع ضغطه.	**ينص قانون هنري:** على أنه عند درجة حرارة ثابتة، تتناسب كمية الغاز المذاب في السائل مع ضغطه الجزئي فوق السائل.

التوصيات الدولية لممارسة رياضة الغوص عند الأطفال

هناك العديد من المنظمات المحلية والدولية التي سنّت التوصيات والمعايير المناسبة لممارسة الغوص عند الأطفال، وذلك من أجل الحد من الحوادث الناجمة من ممارسة الأطفال لهذه الرياضة. وقد تختلف هذه التوصيات بحسب المنطقة والإقليم عن التوصيات الأخرى.

جدول رقم (١): توصيات المنظمات الدولية للغوص لدى الأطفال.

(CMA) الاتحاد العالمي للأنشطة تحت الماء[14]	(DSDHM) الجمعية الهولندية للغوص والطب عالي الضغط[15]
• الحد الأدنى للغواص ٨ سنوات. • يمكن ضم الأطفال مع البالغين عند بلوغهم ١٤ سنة. • اجتياز الكشف الطبي بما في ذلك طبلة الأذن. • يتطلب إعادة الفحص كل ٦ أشهر لـ (٨-١٢) سنة، بينما كل عام لـ (١٢-١٤) سنة. • قدرة الطفل على السباحة لمسافة ٢٥م وبدون معدات. • يقتصر غطسة واحدة لكل ٢٤ ساعة وتجنب الغطس الليلي. • عمق الغوص للفئة (٨-١٢) سنة (٢م للمبتدئين-٥م للمتقدمين)، بينما (١٢-١٤) سنة (٣م للمبتدئين-١٠م للمتقدمين). • لا تتجاوز مدة الغوص في المياه التي تقل عن ١٢ درجة مئوية مده أقصاها ١٠ دقائق، تزيد هذه المدة لتصل لـ ٢٥ دقيقة عند درجة حرارة أعلى من ١٢ درجة مئوية. • اقتراح مشاركة المدربين في الدورات التدريبية	• إجراء فحص طبي. • تعبئة نموذج الإقرار الذاتي للأطفال من قبل الوالدان. • الأداء التنفيذي الجيد مهم في الغوص.. فإذا كان هناك شك في الأداء التنفيذي، فمن المستحسن الحصول على معلومات من المعلمين أو مدرب الغوص والآباء فربما يستدعي ذلك إجراء فحص متخصص. • يجب مراعاة فحص كل من وظيفة قناة استاكيوس Eustachian tube ، و الغشاء الطبلي الطبلي tympanic membrane، والتهابات الأذن المتكررة frequent ear infections. • يمنع الأطفال من الغوص الذين يعانون من الربو أو علامات فرط نشاط الشعب الهوائية (مع أو بدون دواء). أما الأطفال فوق سن ١٤ عامًا، يتم تطبيق الإرشادات الخاصة في غوص البالغين. • يجب فحص الأطفال المصابين بأمراض القلب الخلقية بعناية من قبل طبيب قلب ذو خبرة في الغوص. أما الأطفال اللذين يعانون من ارتفاع ضغط الدم الرئوي المتبقي residual pulmonary hypertension أو عيوب الحاجز الأذيني ventricular septum defects أوالبطيني المتبقية residual atrial غير لائقين للغوص. • يجب على الأطفال استخدام جيوب أوزان مدمجة لحمل عدة الغوص لأنها أكثر أمانا وسهولة عن أحزمة الوزن لدى البالغين. • لا يُنصح بالغوص للأطفال الذين تتراوح أعمارهم بين ١٠ -١٢ عامًا في المياه الهولندية (وأوروبا الشمالية) لأنها باردة نسبيا. بينما يمكن للأطفال الذين تتراوح أعمارهم بين ١٢ -١٤

والندوات حول غوص الأطفال.	عامًا الغوص في البحيرات الهولندية بشرط أن تكون درجة حرارة الماء> ١٤ درجة مئوية وأن يرتدوا بذلة غطس مناسبة. • يجب أيضًا تدريب أطباء الغطس الرياضيين المعتمدين على فحص الأطفال لتحديد ما إذا كان المرشح لائقًا أم غير لائق للغوص، وإجراء فحص طبي عند الضرورة.	
(Aqua Med) **منظمة أكوا مد**[16]	**(SFUA)** **الاتحاد الإسباني للأنشطة تحت الماء**[17]	**(PADI)** **الجمعية المهنية لمدربي الغوص**[18]
• يجب ألا يتجاوز الأطفال الذين تتراوح أعمارهم بين ٨ ١٢ عامًا عمق الغوص ٥م وبحد أقصى ٨م بينما أقصى عمق للغوص بالنسبة للأطفال الذين تتراوح أعمارهم بين ١٢ -١٤ عامًا هو ١٢م. • يجب ألا تزيد مدة الغوص عن ٣٠ دقيقة وتنقص المدة مع انخفاض درجة حرارة الماء. وفي درجات حرارة أقل من ١٥ درجة، يجب على الأطفال عدم الغوص على الإطلاق. • ضرورة إجراء فحص طبي للأطفال قبل البدء ببرنامج الغوص.	**تتبع نفس معايير الاتحاد العالمي للأنشطة تحت الماء (WCUA)** • لاينصح أبدا للأطفال أقل من ٨ سنوات. • يجب أن يكون القرار نابع من رغبة الطفل (غير مجبر من قبل الوالدين أو الأقران). • يجب أن يكون الغطس منخفض الخطورة (تجنب الغطس الليلي والكهوف والسفن الغارقة). • يجب أن يكون زمن الغمر قصيرا (لمنع انخفاض حرارة الجسم). • لا يتجاوز العمق <١٠ م. • لابد أن يكونوا برفقة واحد أو اثنين من الغواصين ذوي الخبرة.	• يمكن للأطفال الذين تبلغ أعمارهم ٨ سنوات المشاركة في أنشطة غوص السكوبا تحت بيئة خاضعة للرقابة مع مدرب معتمد. • الأطفال الذين تقل أعمارهم عن ١٢ عامًا مقيدون بعمق ٤٠ قدمًا (١٢م). والأطفال الذين تتراوح أعمارهم بين ١٢ -١٤ عامًا مقيدون بعمق ٦٠ قدمًا (١٨م) ويجب أيضًا أن يكونوا برفقة شخص بالغ معتمد.[18]

الإصابات والحوادث التي تحدث للأطفال أثناء الغوص

تعد السباحة والغوص حسب الاحصائيات الدولية من أكثر الأنشطة البدنية شيوعًا بين الأطفال. كان آخر تحديث لهذه الاحصائيات عام ٢٠١٢م [١٩]. حيث استعان ناثان وآخرون (٢٠٢٢)[١٩] بقاعدة بيانات النظام الوطني لمراقبة الإصابات الالكترونية (NEISS)، للأطفال الذين تتراوح أعمارهم بين (٠-١٨) عامًا، من ٢٠٠٨ إلى ٢٠٢٠م، والذين تم أخذ بيانتهم من أقسام الطوارئ بالمستشفيات. حيث بلغ عدد الإصابات المتعلقة بالغوص لدى الأطفال (١٠٠) نوع إصابة منها الكسور، التمزقات، إصابات الأعصاب، الخلع وإصابة الأنسجة الرخوة وغيرها. تشير النتائج أن هناك (١١٥٧) حالة إصابة مرتبطة بالغوص تقابل تقديراً (٣٥٦٤٨) فرد. حيث وجدت أن الأطفال الذين تتراوح أعمارهم بين (١٠-١٤) عام يشكلون (٤٢%) من جميع الإصابات، بينما يمثل المراهقون الذين تتراوح أعمارهم بين (١٥-١٩) عام (٣٨%). فيما أشار[٢٠] في نتائجه وجود تذبذب في معدل الإصابات السنوي لدى الأطفال الغواصين. شكلت عدد إصابات الذكور ضعف إصابات الإناث والتي بلغت (٦٤,٢٪ مقابل ٣٥,٨٪ من إجمالي الإصابات على التوالي) [١٩] وهذا ما أكدته دراسة[٢٠] حيث شكلت إصابات الذكور أكثر من إصابات الإناث.

تعتبر التمزقات، الكدمات والكسور التي تحدث أثناء الغوص للأطفال هي من الإصابات الأكثر شيوعًا [١٩،٢٠] وأكثر أجزاء الجسم إصابة الرأس والرقبة يليها الوجه، ثم الأطراف السفلية. وشكلت إصابات الارتجاج وإصابات الأعصاب (٦,٧% و ٠,١%) على التوالي من الإصابات الشائعة التي

تحدث للأطفال أثناء الغوص.

غالباً ما يعتبر الغوص نشاطًا رياضيًا عالي الخطورة [٢١]، تطرقت العديد من الدراسات حول إصابات الرأس، الرقبة والوجه لدى الأطفال الغواصين[٢٠،٢٢،٢٣] وذلك لتأثيرها الكبير في تطوير بنية الوجه وضعف الشكل الجمالي والوظيفي والأثر النفسي العميق على الطفل. تمثلت أنواع إصابات الوجه في الجروح والتمزقات، الكدمات والكسور ويعتبر الأنف أكثر منطقة تصاب بالكسر ثم الفك السفلي ومنطقة الحجاج. تحدث هذه الإصابات نتيجة الاصطدام بغواص آخر أو الاصطدام بجسم ما خلال الغوص.

ركزت معظم الدراسات العلمية الحالية على إصابات العمود الفقري والحبل الشوكي لما لها من تأثير كبير على نوعية وجودة حياة الطفل الغواص[٢٤-٢٧] . تعتبر إصابات العمود الفقري والأنسجة الرخوة بين الفقرات واحدة من الإصابات الشائعة لدى الأطفال الممارسين للغوص والذين تقل أعمارهم عن (١٤) سنة. يشير كالفيت [٢٧] وحسب الإحصائيات الصادرة من مركز صدمات الأطفال ما بين عام ١٩٩١ – ٢٠٠٢م، إلى أن الرياضة احتلت المرتبة الأعلى في الفئة العمرية (١٠-١٤) سنة في إصابات الأنسجة الرخوة المجاورة لفقرات العمود الفقري وتشكل (٦٨%) من إصابات الأطفال في هذه الفئة العمرية. فيما ذكرت دراسة[٢٨] أن معظم إصابات فقرات العنق بسبب حوادث السيارات (٥٢%) ثم الإصابات الرياضية (٢٧%). وشكلت كرة القدم (٢٩%) من اجمالي الإصابات الرياضية. وأشارت النتائج إلى أن معظم الكسور في فقرات العمود الفقري العنقية مع أو بدون إصابة الحبل الشوكي تحدث بشكل شائع نتيجة السقوط والغوص خصوصاً عند الأطفال المراهقين الذين يبلغ متوسط أعمارهم (١٨) سنة. وهدفت دراسة ليوراند وآخرون [٢٩] إلى تحديد مخاطر الإصابة بالعمود الفقري في الفقرات العنقية لدى مجموعة من الأطفال ومقارنتها بنموذج الخطر Denovo. حيث أجريت على الأطفال من عمر (٠-١٧) عام، والذين أصيبوا بصدمة حادة في العمود الفقري في الفقرات العنقية وتم تصنيفها عن طريق مراجعة الأشعة التصويرية والمتابعة الهاتفية. أظهرت النتائج أن من بين (٤٠٩١) طفل وجدوا أن (٧٤) طفل بنسبة (١,٨%) من العينة لديهم إصابة بالعمود الفقري في الفقرات العنقية والتي ارتبطت بالعديد من الأمراض الأخرى مثل فقدان الوعي، آلام الرقبة، عدم القدرة على تحريك الرقبة، تغير في الحالة العقلية، كسر في أسفل الجمجمة، إصابات في الجذع والصدر، ضيق في التنفس، نقص في تشبع الأكسجين والعجز العصبي، حيث بلغ نسبة العجز العصبي (٤٤%) من بين الأمراض الأخرى المرتبطة بإصابة العمود الفقري في الفقرات العنقية لدى الأطفال.

تزايد الاهتمام بإصابات ارتجاج المخ لدى الأطفال خلال السنوات الأخيرة، وذلك بسبب تأثيرها الكبير وطويل المدى على الجسد، السلوك، التعلم والأداء المدرسي للأطفال [٣٠،٣١]. حيث بحثت العديد من الدراسات من عام ٢٠١٢ حتى ٢٠١٤م، على عينة (١٦٢٥) طفل تتراوح أعمارهم بين

(٠-١٧) عام، ظهرت النتائج أن (٧٠%) من حالات الارتجاج مرتبطة تماماً بالرياضة ويختلف ذلك حسب العمر. حيث شكلت إصابات الارتجاج للفئة العمرية (٠-٤) أعوام (١٨%)، و(٦٧%) للفئة العمرية (٥-١١) عام، فيما بلغت (٧٧%) للفئة العمرية (١٢-١٤) عام و(٧٣%) للفئة العمرية (١٥-١٦) عام [٣٠].

كما تشير المنظمة المهنية لمدربي الغوص (PADI) [٣٢] إلى المخاطر المحتملة التي قد تصيب الأطفال عند غوص سكوبا والتي تشمل على الغرق، إصابات تمدد الرئة المفرط، داء تخفيف الضغط وإصابات الإذن الوسطى. ويشير إلى أهمية وعي الوالدين والأطفال بمخاطر الغوص وتعليم الأطفال كيفية مواجهة مثل هذه المخاطر مثل البالغين والواجب تقبلها ومعرفة التعامل مع الأخطار وإدارتها [٣٣]ومن أهم هذه الارشادات (١) وضع حدود ومراقبة سلوك الطفل. (٢) تحديد الأعماق التي تتطلب اشرافاً محدداً من قبل الكبار. (٣) تحديد أعمار دنيا لمختلف الأنشطة التي ترتبط بمخاطر الغوص المحتملة.

نقاط مرتبطة بالجوانب الادراكية والنفسية والحسية

تطوير القدرات الادراكية والحسية والنفسية وخصوصاً لدى الأطفال منذ العمر المبكر تعد من أحد فوائد ممارسة النشاط البدني والتي من بينها الغوص، حيث أنها تسعى إلى تطوير قدرات الفرد للتواصل بإيجابية مع الآخرين وتنمية الجوانب الاجتماعية والتعامل مع المشاعر والعاطفة والرغبات وحل المشكلات والإحساس وتقدير الخطر. وضح كلا من ميتشل وآخرون (٢٠١٥) [٣٤] أنه من الصعب أن يرى الطفل ذو عمر العاشرة سنوات المخاطر غير المرئية وأن قدرته على التفكير المجرد وتطبيقه على حل المشكلات لا تظهر غالباً حتى (١١-١٥) عام. حيث تشير الدراسات إلى أن الأطفال الذين تتراوح أعمارهم بين (٨-١١) عام يكونوا قادرين تقريباً على فهم وتحديد الخطر وذلك بسبب النمو الادراكي والحسي لديهم. وفي نتائج أخرى[٣٤]وجدوا أن الأطفال من عمر (٧ إلى ٩) أعوام استطاعوا تحديد المخاطر من خلال الرسومات التصويرية بشكل دقيق. وأن الأطفال من عمر (٥-٧) أعوام يفتقرون إلى مهارة تحديد المواقف الخطرة.

ذكر نوكيتو (٢٠٢٣) [٣٤] أن أكبر المشاكل المحتملة في الغوص تتعلق بعدم النضج العاطفي والسلوكي لدى الأطفال والتي قد تدفعهم إلى اتخاذ قرارات سيئة أو عدم الانتباه والتركيز على الخطط الموضوعة من قبل المدرب. وذكرت نتائج دراسة[٣٤] أنه بشكل عام، يكمن القلق من الأخطاء العقلية التي تحدث في الغوص. فالفص الأمامي من الدماغ والمرتبط بالحكم، لا يتم نموه بشكل كامل حتى منتصف العشرينات. كما أن العديد من الأطفال الذين يمارسون الغوص لا يتمتعون بالقوة البدنية أو المهارات اللازمة للغوص. واتفق كلا من ميتشيل ومارش (2015) [٣٤]على أن تحديد الوقت والعمق يجعل غوص الأطفال أكثر أماناً كما يحد من احتمالية ارتكاب أي أخطاء أثناء الغوص.

على الرغم من عدم إجراء دراسات مماثلة على الأطفال أثناء ممارسة الغوص إلا أن الدراسات تشير إلى أنه من خلال عملية التدريب، يمكن توعية الأطفال لتحديد المخاطر المرتبطة بنشاط ما مثل الغوص. باستخدام عدة أساليب ووسائط التوصيل المرئية والمسموعة والمباشرة للأطفال[٣٥].

وفيما يخص جانب التقييم النفسي للأطفال تم اعتبار سن الثامنة هو السن الأدنى لاكتساب القدرات النفسية، لأن معظم الأطفال في هذا العمر قد اكتسبوا بالفعل القدرات الأساسية للتعاون، التركيز، ضبط النفس، التفكير المنطقي، المسؤولية والوعي بالمخاطر. ومع ذلك، يجب أن يكون التقييم النفسي دائماً شاملاً وفردياً، مع مراعاة العوامل التالية: (١) تشتت انتباه الأطفال بسهولة أكبر من البالغين، مما قد يثير أعماق البحر انتباههم ويسبب في تغيير مستوى الغوص. (٢) لديهم إحساس كبير بالمغامرة، لكنهم يفتقرون إلى الوعي فيما يتعلق بالمرض والمخاطر، وبالتالي من الصعب التنبؤ بسلوكهم. (٣) يستخدم الأطفال تفكيراً ملموساً، ويكونون أقل قدرة على الاستجابة بشكل مناسب في المواقف التي تختلف عن تلك التي وصفها المدرب. (٤) لا يوجد اختبار نفسي تقني محدد لتقييم قدرة الطفل على الغوص. وبالتالي، يجب إجراء تقييم نفسي في كل مرحلة تدريبية. (٥) من المهم إثبات أن الطفل يريد الغوص، وأنه لا يفعل ذلك بسبب ضغط الوالدين أو الأقران[٢٧].

نقاط مرتبطة بالأذن والأنف والحنجرة

تعد كفاءة كل من الأنف والأذن والحنجرة شرطاً أساسياً لضمان سلامة الغواصين [36]. وبالنظر للارتفاع مستوى المخاطر حيث رُصد ما يقارب ٨٠% من الغواصين البالغين وكذلك ٨٥% من الغواصين الأطفال الذين تتراوح أعمارهم ما بين ٦ – ٧ سنة شكوى مرتبطة بالغوص في كل الأذن والأنف والحنجرة [٣٧،٣٨]، ليس على مستوى الأعراض الآنية بل وصولاً للأعراض المزمنة والمستمرة لفترات طويلة [2]. نقدم في هذا القسم لمحة عامة عن مشاكل الأنف والأذن والحنجرة ومضاعفاتها أثناء الغوص وعرضها حسب موقعها التشريحي.

المرتبطة بالأذن

لعدم معادلة الضغط بين المساحات المليئة بالغازات داخل الجسم والبيئة الخارجية أثر في حدوث بعض المشاكل والأمراض التي قد تصيب أجهزة الجسم المختلفة، وبالنظر لتركيب الأذن تشريحياً من الخارج للداخل هناك أمراض عديدة تصيب الأذن الخارجية ومنها الرضح الضغطي الخارجي للأذن (EEB) ولعل عدم معادلة الضغط دور في ذلك [39]، كما ويؤدي سد الأذن من الخارج بسدادات الغوص أو أغطية الرأس الضيقة أو الأقنعة حدوث مثل هذه الأعراض التي غالباً ما تحدث أثناء النزول في الغوص [40]. كما ويعاني قرابة ٤٤% من الغواصين من إلتهاب في الأذن الخارجية [41]، وذلك نتيجة لرطوبة الأذن بسبب المكوث الطويل تحت الماء وبسبب دخول الميكروبات داخل الأذن [42]. كما ويحدث الإنتفاج (Exostosis of the External Ear) بسبب التعرض المستمر للمياه

الباردة وهو عبارة عن نمو عظمي حميد يؤدي إلى تضييق قناة الأذن وبالتالي حبس الماء وفي حالات يؤدي للفقد المؤقت للسمع وانسداد كامل في القناة السمعية في حالات نادرة مسبباً بذلك التهابات في الأذن الخارجية [٤٣]. ولا نغفل دور زيادة شمع الأذن (Cerumen) في أحداث مشاكل كبيرة لدى الغواصيين وما يترتب عليها من أثار سلبية تسبب ألم في الأذن واحتباس للماء والشوائب والتي بدورها تقود لالتهاب الأذن [2].

وعند النظر للجزء الأوسط من الأذن نجد أن أكثر الإصابات شيوعاً لدى الغواصين حيث يصاب قرابة ٣٠% من الأشخاص الذين يمارسون الغوص للمرة الأولى و١٠% للممارسين ذوي الخبرة بالرضح الضغطي للأذن الوسطى (MEB) ويحدث هذا المرض عادة أثناء النزول عندما لا تسمح قناة استاكيوس (Eustachian) بدخول الهواء إلى حجرة الأذن الوسطى لمعادلة الفرق بين كل من البيئة المحيطة والأذن الوسطى [44,45]، وربما يحدث بسبب نسيان أو عدم استخدام تقنيات الموازنة المناسبة على سبيل المثال مناورة فالسالفا (Valsalva Maneuver) وقد يعود أيضاً لوجود التهابات في الجهاز التنفسي أو في الجيوب الأنفية وربما وجود تشوهات تشريحية [46–48]، كما ويُعرف باسم ضغط الأذن الوسطى (Middle Ear Squeeze)، أن عدم القدرة على فتح قناة استاكيوس أو النزول السريع يمنع معادلة الضغط مما يؤدي لدفع غشاء الطبلة للداخل مع وجود ألم واحتقان للأوعية الدموية والنزيف وينتهي ذلك بإحداث ثقب في الطبلة [49]، ونظراً لارتفاع معدل الإصابة بالرضح الضغطي للأذن الوسطى (MEB) تم إجراء دراسات متعددة من أجل الوصول لحلول تحد من هذه الإصابة [٤٤]، وتعتبر أكثر إصابات الغوص لدى الأطفال تكمن في الأذن ونعزوا ذلك للتركيب التشريحي لقناة استاكيوس بشكل أفقي نسبياً من الولادة حتى سن الرابعة تقريباً، وذلك يؤثر بدوره على كفاءة وظيفة هذه القناة حتى سن العاشرة [50] ، ويقود ذلك لحدوث التهابات مؤدية لاضطرابات في تهوية الأذن الوسطى وعدم مقدرتها على موازنة الضغط بين كل من البلعوم والأنف والأذن حيث يزيد ذلك من خطر الإصابة بالرضح الضغطي عند النزول لدى الأطفال الأقل من ٨ سنوات [51,52]. وحسب ما تم رصده في دراسة فاندينهوفين وآخرون [٣٧] لـ ٢٠٥ طفل تتراوح أعمارهم ما بين ٦ – ١٣ سنة، حيث أكمل الأطفال ما مقداره ٢٢١٦ غطسه، تم رصد مشاكل في منطقة (ENT) وخصوصاً التهوية في قناة استاكيوس مما أدى لثقب في طبلة الأذن. وأكدت لنا دراسة أخرى لتتزلاف وآخرون [٥٢] إصابة ٣ من أصل ١٨ طفلاً بمشكلة معادلة الضغط وأصيب ٦ آخرين بألم في منطقة الأذن.

وعند الانتقال للجزء الداخلي للأذن حيث يعتبر الرضح الضغطي للأذن الداخلية (IEB) أحد الأعراض التي تصيب الأذن نتيجة لعدم معادلة الضغط في الأذن الوسطى وارتفاع ضغط السائل الشوكي (CSF) [53,54]، وقد أثبتت التجارب على الحيوانات أنه مع زيادة ضغط السائل الشوكي والتقدم في العمر يتناقص حجم قناة أستاكيوس وهذا يفسر لنا كون الأطفال أكثر عرضة للإصابة بالرضح

الضغطي للأذن الداخلية (IEB) [٥٥]. ومن الأمراض التي تصيب الجزء الداخلي للأذن مرض تخفيف الضغط (IEDCS) [٥٦]، ويحدث هذا المرض بسبب الصعود السريع أثناء الغوص وما يصاحبه من انخفاض حاد في الضغط المحيط مما يسمح للغاز المذاب داخل الأذن بالتحول لفقاعات [13,57–59]، وتعتبر أعراضه متداخلة مع أعراض الرضح الضغطي للأذن الداخلية متمثلة في: الدوار، الطنين، فقدان السمع، الغثيان، القيء [60]، قد يكون التفريق بين كل من الرضح الضغطي للأذن الداخلية (IEB) ومرض تخفيف الضغط (IEDCS) أمراً غاية في الصعوبة، ومع ذلك ممكن أن تفيد بعض المؤشرات وتزودنا بأدلة مهمة توضح لنا الفرق بين هذه الحالات [61]، في الغالب وعند النزول أقرب ما تكون رضح ضغطي للأذن الداخلية (IEB)، وبالعكس عند الصعود أقرب ما تكون مرض تخفيف الضغط (IEDCS)، وعند اعتماد المسافة كمؤشر لتحديد المرض يظهر لنا أن مرض الرضح الضغط للأذن الداخلية أكثر انتشاراً في الغوص الذي يقل عمقه عن ٣٠م، بينما مرض تخفيف الضغط يكون أكثر شيوعاً في الغوص الذي يزيد عن ٣٠م [62].

المرتبطة بالأنف

يعتبر الرعاف (Epistaxis) أحد إصابات الأنف التي يعاني منها الغواصين حيث بلغت نسبة حدوثه قرابة ٣% وغالباً ما يتوقف ذاتياً، حيث أنه يرتبط عادة بتمدد الغازات أثناء الصعود، أو بتهيج الغشاء المخاطي، أو بسبب عوامل خارجية كالاصطدام أثناء الغوص [2].

وكما يعتبر الرضح الضغطي للجيوب الأنفية ثاني أكثر الشكاوى شيوعاً لدى الغواصين [45]، حيث تصيب أكثر من ١٠% من ذوي الخبرة [63]، وتبلغ شدة حدوثها عند النزول ضعف شدته عند الصعود في الغوص [45,46,64]. كما ويصاب أكثر الغواصين بتضخم في الغشاء المخاطي للجيوب الأنفية [65]، وهذا مرتبط بخلل مزمن في الجيوب الأنفية مع انسداد في الفتحة التي تربط ما بين الجيوب النفية والتجويف الأنفي نفسه وتسمى (Sinus Ostia) [45].

المرتبطة بالحنجرة

يعتبر تشنج الحنجرة (Laryngospasm) أحد الاستجابات الناتجة عن انسداد مجرى الهواء وتقلص الحنجرة أثناء الغوص [66] ، قد يكون من الصعب التنبؤ بعدد حالات تشنج الحنجرة لدى الغواصين وذلك حسب ما ذكر ليشنر وآخرون [2] لم تثبت دراسة نسبة حدوثه لدى الغواصين، وعلى الرغم من أن التشنج في العمق يبدو على أنه أمر نادر جداً لكن قد يؤدي حدوثه لعواقب وخيمة مما يسبب الذعر للغواص وبالتالي الصعود بطريقة خاطئة بحيث لا يمكن إخرج الهواء المتمدد في الرئتين بشكل سريع مما يسبب تمدد الرئة المفرط بسبب تمدد الغازات مؤدياً لاسترواح الصدر وانسداد في الشرايين نتيجة لتحول الغاز لفقاعات داخل الشريان تمنع تدفق الدم.

جدول رقم (٢): موانع الغوص عند الأطفال والمراهقين في منطقة الأنف والأذن والحنجرة [٥٢]

موانع مطلقة	موانع نسبية
التهاب الأذن الوسطى الآني والمزمن. ثقب في الطبلة. الاضطرابات الآنية في تهوية قناة أستاكيوس. اضطرابات التهوية الآنية أو المزمنة في الجيوب الأنفية. وجود ثقب في القصبة الهوائية.	زراعة القوقعة الصناعية. الاضطرابات المزمنة في تهوية قناة أستاكيوس.اللحمية. التهاب الجيوب الأنفية المزمن دون وجود اضطراب في التهوية. ورم حليمي حنجري.

نقاط مرتبطة الجهاز التنفسي

الجهاز التنفسي في الغوص الحر

يعتمد الغوص الحر على إمكانية الغواص البدنية ويكون دون استخدام أسطوانات التنفس لاستنشاق الهواء تحت الماء. وحسب ما ذكر مكاردل وآخرون [١] أن عمق الغوص ومدته تعتمد على عاملين: (١) حبس النفس حتى يصل ضغط ثاني أكسيد الكربون الشرياني إلى لحظة الحاجة للتنفس، (٢) العلاقة بين السعة الكلية لرئتي الغواص (TLC) وحجم الهواء المتبقي في الرئتين (RLV)، فإذا انضغطت السعة الكلية للرئتين تحت الماء ووصلت إلى أقل من حجم الهواء المتبقي في الرئتين عند سطح البحر سوف يعجز الغواص عن التنفس، حيث أن السعة الكلية تقل بمقدار النصف تقريباً عند عمق ١٠ متر (2 ata)، وتصل إلى الثلث تقريباً عند ٢٠ متر أي (3 ata) من مقدارها عند مستوى سطح البحر، وتصل إلى الربع من حجمها عند مستوى سطح البحر تقريباً على عمق ٣٠ متر أي (4 ata).

١. حبس النفس حتى يصل ضغط ثاني أكسيد الكربون الشرياني إلى لحظة الحاجة للتنفس

يرتفع ثاني أكسيد الكربون في الدم طبيعياً بسبب العمليات الأيضية داخل الجسم، وتخرج النسبة الزائدة مع هواء الزفير. أورد دي سيكو وآخرون [٦٧] أن الأطفال منذ الولادة وحتى سن المدرسة، يكون معدل الأيض لديهم عالي وهذا يزيد من معدل استهلاك الأكسجين أثناء الراحة بمعدل (٧-٩ مل/كجم/دقيقة) ويكون هذا المعدل ضعف معدل استهلاك البالغين (٣ مل/ كجم/دقيقة). وهذا يجعل الأطفال يستهلكون الأكسجين بشكل سريع وبالتالي زيادة إنتاج ثاني أكسيد الكربون داخل الشرايين، مما يضطرهم إلى الحاجة للتنفس والخروج السريع بعد الغطس مقارنة بالبالغين. إن إطالة مدة الغوص إلى ما بعد الحدود المعقولة أو مقارنة الصغار بالبالغين يؤدي إلى الانخفاض الحاد في الضغط الجزيئي للأكسجين PO_2 في الشرايين ثم الإغماء، ويقابل هذا ارتفاع في الضغط الجزيئي لثاني أكسيد الكربون PCO_2 الشرياني، ويمكن لبعض الأشخاص أن يثبطوا هذا المنبه ويستمرون في حبس النفس حتى يصل ثاني أكسيد الكربون الشرياني إلى مستويات تسبب التشويش الشديد وضعف التركيز وقد يصل بهم الحال للإغماء.

٢. العلاقة بين السعة الكلية لرئتي الغواص (TLC) وحجم الهواء المتبقي في الرئتين (RLV)

إن العلاقة بين (TLC) و(RLV) تحد من عمق الغوص؛ لأنه لو انخفضت (TLC) إلى أقل من (RLV) تنضغط الرئتين وينحبس الهواء داخل صدر الغواص ويعجز عن التنفس، وقد يحدث هذا الضغط تلف في الأنسجة. أظهرت نتائج دراسة ستاكس وكونجر [68] أن الأطفال الذين يبلغ طولهم ١١٩ سم تكون (TLC) لديهم بمقدار ١٩٢٤ مل و(RLV) يعادل ٤٠٣ مل، فعند عمق ٣٠ متر سوف تقل (TLC) إلى ٤٨١ مل، وهذا لا يختلف كثير عن البالغين، عندما يكون (TLC) لدى البالغين يساوي ٦٠٠٠ مل و(RLV) ١٥٠٠مل سوف تكون (TLC) ١٥٠٠ مل عند عمق ٣٠ متر. لا شك أن حساب هذه النسبة تختلف من شخص لآخر ويجب حسابها على كل من يريد الغوص بحبس النفس وينزل للأعماق سواء كان طفل أو بالغ، ولكن ما أردنا توضيحه أن الأطفال لا يختلفون كثيراً عن البالغين في هذا العامل فقط، وقد تكون هناك عوامل أخرى تؤثر مثل ما أوضحنا في العامل الأول.

الجهاز التنفسي والغطس بأنبوب التنفس (Snorkel)

تكون مجاري الهواء أضيق عند الأطفال منها عند البالغين، كما ذكر دي سيكو وآخرون [٦٧]، ابتدأ من الفم، الأنف، الحنجرة، البلعوم وصولاً إلى الحويصلات الهوائية. فمثلاً الغدد الليمفاوية (اللوزتين) الموجودة في الحلق تتضخم عند الأطفال؛ لأنها تنمو بسرعة حتى سن ٥-٧ سنوات ثم تخضع للضمور الفسيولوجي، وتكون القصبة الهوائية أقصر وأضيق عند الأطفال وهي أيضاً مائلة للخلف، نظراً للوضع الأعلى للحنجرة عند الأطفال، فيحدث نمو في الطول والقطر ومنطقة المقطع العرضي من الولادة إلى المراهقة، وبحلول نهاية فترة المراهقة يتضاعف طولها. ومن هذا المنطلق، فعند استخدام أنبوب الغطس الخاص بالبالغين يكون هناك زيادة كبيرة في الفضاء التشريحي في الجهاز التنفسي عند الأطفال، وهذا قد يُصعب عملية التنفس باستخدام الأنبوب، فهم بحاجة لأنبوب أقصر وأضيق ليتمكنوا من التنفس، وكذلك يجب أن يتناسب هذا الحجم مع النمو المستمر للجهاز التنفسي لدى الأطفال. فمثلاً الأنبوب الذي يناسب من هم في سن ١٤ سنة قد يحدث نفس المشكلة السابقة لمن هم في سن ٨ سنوات.

الجهاز التنفسي في غوص أجهزة التنفس تحت الماء سكوبا (scuba)

قد يكون الأطفال أكثر عرضة لمحفزات تضيق الشعب الهوائية والقصبة الهوائية بسبب الهواء الجاف والبارد عبر أسطوانات التنفس خصوصاً في المياه الباردة نسبياً. ففي دراسة وينكلر وآخرون [٥] والتي أجريت على ١٦ طفل يتمتعون بصحة جيدة (من سن ١٠ إلى ١٣ عاماً)، تم إجراء اختبارات وظائف الرئة قبل وبعد غطستين على عمق (١م – ٨م) في المياه المفتوحة، بإجمالي وقت الغوص ٢٥ دقيقة باستخدام الهواء المضغوط في أسطوانات الغوص. تراوحت درجات حرارة المياه تقريباً بين ٢١,٥ درجة مئوية على السطح و١٦ درجة مئوية كلما زاد العمق زادت البرودة، وكانت القياسات

المأخوذة هي السعة الحيوية القسرية (FVC)، حجم الزفير القسري في ثانية الأولى (FEV_1)، ونسبة حجم الزفير القسري في أول ثانية إلى السعة الحيوية القسرية للرئتين (FEV_1 / FVC)، وتدفق متوسط الزفير عند (٢٥ – ٥٠%) من السعة الحيوية القسرية (MEF_{50}، MEF_{25})، حيث لوحظ انخفاض جميع المتغيرات بشكل كبير بعد الغطس، كان هناك ثلاثة أطفال لديهم انخفاض أكثر من غيرهم في (FEV_1)، وكانوا أدنى في مؤشر كتلة جسم من أقرانهم. قد يكون انخفاض كتلة الجسم عند الأطفال عامل مؤثر لزيادة تضييق القصبات الهوائية أو حدوث فرط استجابة الشعب الهوائية عند استنشاق الهواء المضغوط بواسطة أسطوانات الغوص، وغالباً ما تقل كتلة الجسم كلما قل العمر. وفي دراسة أخرى للوموتري وآخرون [٦٩]، والتي قيمت وظائف الرئة لغطسه واحدة على ٣٦ طفل تراوحت أعمارهم ما بين ٩ – ١٣ عاماً في مسبح وباستخدام أسطوانات الغوص ذو الدائرة المفتوحة، وتم قياس (FVC) و(FEV_1) وتدفق الزفير الأعلى (PEF)، وتدفق متوسط الزفير عند (٢٥%، ٥٠%، ٧٥%) من السعة الحيوية القسرية ($MEF_{75\ \%,\ 50\ \%,\ 25\ \%}$)، وتدفق الزفير القسري بنسبة (٢٥-٧٥%) ($FEF_{25\ -\ 75\ \%}$)، والتهوية الإرادية القصوى (MVV)، و (FEV1/ FVC)، وكانت القياسات قبل ٢٠ دقيقة من الغطسة و ١٠ دقائق بعد الغطسة وكان العمق ٣ أمتار والمدة ٢٥ دقيقة، رغم أن (FVC) و ($MEF_{75\ \%}$) لم تتأثر، إلا أن باقي القياسات انخفضت وهذا قد يكون بسبب استنشاق الغاز البارد والجاف من تلك الأسطوانات. إن نسبة حدوث فرط استجابة الشعب الهوائية عند الأطفال أعلى من عند بالبالغين[٧٠]. كما أورد دي سيكو وآخرون [٦٧]، أن عدد الغدد المخاطية في مرحلة الطفولة أكثر منها بعد البلوغ. قد يكون الأطفال وخاصة كلما قلت أعمارهم معرضين للخطر عند استنشاق الهواء البارد والجاف من أسطوانات الغوص، ويمكن أن يؤدي ذلك إلى انقباض الشعب الهوائية.

ومن ناحية أخرى، أشار مكاردل، وآخرون[١]، أنه يجب أن توفر أنظمة التنفس تحت الماء الهواء أو الأكسجين أو خليط الغازات الأخرى عند ضغطٍ كافٍ للتغلب على قوة الماء ضد صدر الغواص، على سبيل المثال عند (3 ata) (عمق ٢٠ م)، يتطلب أن يكون الضغط عند حوالي ٢٢٨٠ ملم زئبق (٣ × ٧٦٠ ملم زئبق). فهل يستطيع الجهاز التنفسي لدى الأطفال رد هذا الضغط، حيث أن صدورهم قد لا تمتلي بالهواء الكافي؛ لأنهم في مرحلة نمو، حيث ذكر دي سيكو [٦٧]، أن الشعب الهوائية العلوية للأطفال والشعب الهوائية الرئيسية تُظهر نمواً سريعاً خلال السنوات الثلاث الأولى من العمر، ثم تليها مرحلة النمو البطيء ومرحلة النمو السريع الثانية خلال فترة المراهقة، وكذلك عند الولادة يكون لدى حديثي الولادة من ١٧ إلى ٧١ مليون من الحويصلات الهوائية، في حين أن البالغين لديهم ٢٠٠-٦٠٠ مليون، ومن الواضح أنه يتم إضافة ٨٥% من الحويصلات بعد الولادة، وتحدث مضاعفات كبيرة في عدد الحويصلات الهوائية إلى ٧ سنوات، ثم تستمر الزيادة من ٣ إلى ٤ أضعاف

بين ٧ سنوات والبلوغ. وهذا يدل أن صدور الأطفال لن تمتلي بالهواء المضغوط، وقد لا يستطيعون رد ضغط الماء في الأعماق خصوصاً أن القفص الصدري لم يكتمل نموه فهو غضروفي أكثر من كونه عظمي.

أما لو تأملنا قوة عضلات التنفس فهي تشكل مشكلة لاستنشاق الهواء المضغوط في الأعماق، فقد ذكر سيلفيتي وآخرون [٣] أنه عند الغوص باستخدام خزانات الهواء المضغوط للغواصين البالغين، سيزداد جهد التنفس بسبب الحاجة إلى نقل كميات أكبر من الهواء وزيادة كثافة الهواء المرتبطة بالعمق، وتصبح كل من عملية الشهيق والزفير سريعة، كما أن الغوص بجهد مكثف يمكن أن يسبب التعب وخطر الإصابة بفرط ثنائي أكسيد الكربون. فهل عضلات التنفس عند الأطفال لديها القوة الكافية لعملية الشهيق والزفير تحت الماء، يوضح الجدول التالي كيف أن قوة عضلات التنفس تزيد قوتها أثناء نمو الطفل:

الجدول رقم (٣): متوسط قيم قوة ضغط الشهيق والزفير موزعة حسب الفئة العمرية والجنس[٧١]

العمر	الجنس	ن	متوسط MIP	(SD)	متوسط MEP	(SD)
٨-٧	فتيان	٣٣	٦٠,٥٢	١١,١٦	٧٠,٨٥	١١,٣٦
	فتيات	٣٤	٥٢,٠٦	١٠,٢٩	٦٣,٥٦	٩,١١
١٠-٩	فتيان	٣٥	٦٦,٨٠	١٤,٣٠	٧٨,٢٩	١٦,٥٦
	فتيات	٣٢	٦١,٣٤	١٣,٣٤	٧٣,٠٦	١٦,٠١
١٢-١١	فتيان	٢٧	٧٤,٨٠	١٥,٦٨	٨٨,٢٠	١٣,٥٠
	فتيات	٣٠	٦٩,٥٠	١١,٨٣	٧٧,٤٠	١٤,٧٣

MIP: قوة ضغط الشهيق وتم قياسها بالسنتيمتر من H_2O (cm H_2O) ، MEP: قوة ضغط الزفير وتم قياسها بالسنتيمتر من H_2O (cm H_2O) ، استخدم في قياس القوتين مقياس الضغط التنفسي المحمول (Micro RPM) ، (SD): الانحراف المعياري.

يُظهر لنا الجدول أنه كلما زاد العمر زادت قوة عضلات التنفس، قد تكون القوة الواردة في الجدول قادرة على التنفس تحت الأعماق البسيطة، ولكن من نتائج الدراسة نستنتج أنه كلما قل العمر تقل قوة عضلات التنفس، فالأطفال من هم في عمر ٥ و٦ سنوات في الغالب قوة عضلات التنفس لديهم أقل مقارنة لمن هم في عمر ٧ سنوات، فهم لا يستطيعون أداء عمليتي الشهيق والزفير ومقاومة قوة ضغط الماء في الأعماق.

جدول رقم (٤): موانع الغوص عند الأطفال والمراهقين في الجهاز التنفسي [٥٢]

موانع مطلقة	موانع نسبية
الربو. التليف الكيسي مع إصابة الرئة. التهابات الجهاز التنفسي الحادة. الالتهاب الرئوي الحاد. الخراجات في الرئة. الحالة بعد استرواح الصدر. تليف الرئة. السل الرئوي.	فرط نشاط الشعب الهوائية. الحالة بعد بُضع الصدر. الحالة بعد استرواح الصدر الرضحي.

نقاط مرتبطة بالجهاز القلبي الوعائي

ينخفض معدل نبضات القلب عادةً أثناء الغوص لدى الغواصين البالغين. وعند الأطفال قامت دراسة وينكلر وآخرون [٧٢]، بمراقبة نبضات القلب لدى ٨ أطفال تتراوح أعمارهم بين ٨-١٢ سنة، تم تسجيل نبضات القلب أثناء الغوص في المياه المفتوحة على عمق ٨م، وباستخدام أسطوانات الهواء المضغوط، أظهرت النتائج أن متوسط نبضات القلب الطبيعية ١٠٦ نبضة لكل دقيقة، ثم ارتفعت إلى ١٣٠ قبل الغوص وعند الدقيقة الأولى من الغوص نزلت إلى ١٠٥، واستمرت في النزول إلى ٩٣ نبضة لكل دقيقة عند الدقيقة ٢٠ من الغوص، وبعد ٣ دقائق من الخروج من الماء ارتفعت إلى ١٣٦ نبضة لكل دقيقة. قد يكون ارتفاعها قبل الغوص بسبب عامل نفسي، ولكن يظهر لنا من النتائج انخفاض نبضات القلب أثناء الغوص كلما زادت مدة الغوص، وهذا يتشابه مع البالغين.

إن الصعود السريع للغواص من أعماق المياه يخفض الضغط الخارجي عن جسم الغواص بشكل كبير، ويبدأ غاز النيتروجين الزائد والمذاب في أنسجة الجسم بالانفصال عن الحالة المذابة، ويتشكل إلى فقاعات في الأنسجة وهذا ما يسمى بداء تخفيف الضغط. يجب على الغواصين أن يلتزموا بتقنيات الصعود البطيء إلى السطح فإذا أخلوا بهذا قد تتشكل تلك الفقاعات خلال ساعات ويسبب أضرار صحية [١]. يوجد هناك احتمالية كبيرة للإصابة بداء تخفيف الضغط مع المصابين باستدامة الثقب البيضاوي القلبي Patent Foramen Ovale (PFO)، وهو أحد الاعتلالات القلبية الخلقية التي تُمكن الدم من التدفق بين الأذين الأيمن والأيسر من خلال الحاجز بين أذيني (الذي يفصل بين الأذينين الأيمن والأيسر)، وهذا قد يسبب داء تخفيف الضغط بعد غوص هادئ، دون الإبلاغ عن أي أخطاء في إجراءات تخفيف الضغط الموصى بها لدى الغواصين المصابين بـ (PFO)؛ لأن نسبة من الدم الوريدي الذي يحمل النيتروجين لا يمر عبر الرئتين، وهي الطريقة الوحيدة لإزالة النيتروجين الزائد من جسم الغواص مرور الدم المحمل بالنيتروجين عبر الرئتين ثم الخروج عبر هواء الزفير، وعلى الأرجح سيتشكل فقاعات كبيرة في مجرى الدم إلى الشرايين السباتية أو الشرايين الفقرية مما

يتسبب في داء تخفيف الضغط[١]. وفي هذا يكون حدوث المشكلة يتشابه فيها الأطفال والبالغين، ولكن الإصابة بـ (PFO) تكون بشكل أكبر كلما قل العمر حيث أظهرت دراسة هاجن وآخرون[٧٣] والتي قامت بتشريح ٩٦٥ جثة لمعاينة الإصابة (PFO) وكان أغلب المصابين بهذا هم الأصغر سناً ويقل تدريجياً كلما تم التقدم في العمر.

الأكسجين هو الغاز الأهم للتنفس، والتي تسعى تقنيات الغوص لتوفيره تحت الماء، إلا أنه يسبب بعض المشاكل إذا ارتفع ضغطه عن المعدلات الطبيعية في الدم، ومن الطبيعي أيضاً يحدث مشاكل إذا انخفض، حيث يوجد حالتين من مشاكل الأكسجين وهي فرط الأكسدة وتسبب سمية الأكسجين، ونقص الأكسدة وقد تصل للاختناق، أشار والش وسمولوود [74] أن الأشخاص المصابين بعيوب خلقية في عضلة القلب مثل المصابين باستدامة الثقب البيضاوي القلبي PFO يتعرضون لنقص الأكسدة؛ وهذا بسبب عدم مرور الدم بالرئتين لتزود بالأكسجين. وهي مشكلة يمكن حدوثها عند جميع المصابين بهذه العيوب، وتزيد من حدتها إذا حصلت أثناء الغوص؛ لأن الشخص يكون بعيد عن الرعاية الصحية، ولا ننسى أن (PFO) يوجد بشكل كبير في الأشخاص الأصغر سناً. أما سمية الأكسجين فأظهرت مراجعة سيواييرا وآخرون [٧٥] أن استخدام الأكسجين ذو الضغط العالي للأغراض العلاجية للأطفال، يتشابه في الأضرار والفوائد العلاجية من استنشاقه إلى حد كبير بين الأطفال والبالغين. وأكد والش وسمولوود [٧٤] ذلك أن أجسام الأطفال والبالغين متشابهة في التعامل مع سمية الأكسجين.

وعند النظر في تكوين الجهاز القلبي الوعائي نجد فروق بين الأطفال والبالغين، فأظهرت مراجعة كاويل بوم وآخرون [٧٦] أن البالغين لديهم عضلة قلب أكبر من الأطفال، كذلك أن الأوعية الدموية عند البالغين أوسع منها عند الأطفال ويزيد وسعها مع زيادة حجم الطفل. وفي دراسة ساركولا وآخرون [٧٧] نجد أن تطور بنية الشرايين في الأطفال الأصحاء يرتبط بشكل أساسي بالقياسات البشرية فكلما زاد حجم الجسم كان هناك تطور ونمو فيها. ومن هذا المنطلق قد تكون مشاكل اختلاف ضغط الغازات داخل الجسم أكبر عند الأطفال، فمثلاً مشكلة الانسداد الهوائي الذي يحدث بسبب تشكل الفقاعات الناتجة عن توسع الغازات عند الصعود إلى سطح الماء قد تقفل مجرى الدم داخل الشرايين عند الأطفال؛ لأنها ضيقة مقارنة بالبالغين الذين لديهم شرايين أوسع، فالفقاعة الصغيرة عند البالغين والتي لا تحدث مشكلة قد تهدد حياة الطفل أو تحدث له إصابة بالغة.

جدول رقم (٥): موانع الغوص عند الأطفال والمراهقين في الجهاز القلبي الوعائي [٥٢]

موانع مطلقة	موانع نسبية
ارتفاع ضغط الدم الشرياني الرئوي. متلازمة مارفان (هي اضطرابٌ وراثي يؤثر في النسيج الضام، وتُصيب متلازمة مارفان بشكل أكثر شيوعًا القلب والعينين والأوعية الدموية والهيكل العظمي). اعتلال عضلة القلب. خلل النسيج البطيني الأيمن. عدم انتظام ضربات القلب. زرع جهاز تنظيم ضربات القلب أو زرع مزيل الرجفان الآلي. بعد الإغلاق الجراحي لعيب الحاجز (٦ أشهر).	تشوه قلبي خلقي يحدث عيب في الحاجز البطيني (IPCCC). عيب القناة الشريانية المستمرة (PDA) (هي فتحة مستمرة بين الأوعية الدموية الرئيسية الخارجية من القلب). تضيق الشريان الأبهري أو الرئوي.

نقاط مرتبطة بالعضلات الهيكلية

لأداء مهام مختلفة يتطلب الأمر توفر قدر معين من القوة العضلية التي يحتاجها الغواصون المحترفون؛ لتمكنهم من أن يكونوا قادرين على التعامل مع جميع متطلبات العمل الثقيلة تحت الماء بأمان [78،79، 80]. ولأن الأطفال أصغر حجمًا وأقل قوة ويختلفون عن البالغين في العديد من سمات الأداء العضلي مثل الحجم الطبيعي، القوة، التحمل، والتعب [81]. لذلك سيجدون صعوبة بالغة في ارتداء جهاز التنفس تحت الماء بالكامل واستخدام معدات الغوص الثقيلة [82]. فالوزن الزايد الناتج من أمتعة الغوص قد يكون عائق كبير يحد من حركة وقدرة الطفل على التعامل مع المعدات بكل سهولة ويسر. فوزن معدات الغوص تعتمد على سمك بذلة الغوص، وحجم الخزان وجهاز تعويض الطفو (BCD)، ومتطلبات حزام الوزن، ففي المتوسط تزن حوالي ١٥ كجم. بالرغم من أنه لا توجد إرشادات دولية بشأن الحد الأقصى لوزن معدات الغوص التي يستخدمها الأطفال الغواصون، ولكن يمكننا الاستناد بذلك على جمعية العلاج المهني الأمريكية (AOTA) التي حددت الحد الأعلى للوزن الذي يمكن للطفل حمله على ظهره وهو ألا يتجاوز وزن حقائب الظهر أكثر من ١٠٪ من وزن جسم الطالب. ولقد اقترح بعض خبراء طب الغوص حدوداً لحجم الجسم (١٤٥ سم و٤٠ كجم تقريباً) [15]

نقاط مرتبطة بالهيكل العظمي

يوجد فرقًا واضحًا بين الأطفال والكبار وهو استمرار النمو عند الأطفال، تحتوي عظام الأطفال على صفائح النمو (Growth Plate) ويطلق عليها أيضا صفيحة مشاشية Epiphyseal (plate) وهي عبارة عن أقراص غضروفية موجودة في نهايات العظام الطويلة لدى الأطفال. تكون هذه الصفائح مسؤولة عن زيادة طول العظام إلى أن يبلغ الطفل النضج الهيكلي وعادة ما يكون في أواخر سن المراهقة. وعند اكتمال النمو، يجرى استبدال صفيحات النمو بعظم صلب [83].

يكمن القلق بين الغوص ونمو العظام للأطفال في أنه قد تتسبب الفقاعات الناتجة من الصعود

عند الغوص في تلف المشاشية وتسبب الإغلاق المبكر والمثبط لنمو العظم. ومع ذلك، لا توجد بيانات من الدراسات الحيوانية أو البشرية التي تدعم هذه النظرية. وتوكيداً على ذلك، ذكرت الرابطة المهنية لمدربي الغوص (PADI) أن آلاف من الغواصون الأطفال من عمر (١٢ – ١٥) عاماً بالإضافة إلى العديد من الذين تتراوح أعمارهم بين(١٥ –٢٠) عاماً من المشاركين في برامج الغوص لم تسجل أي من تقاريرهم السريرية الضرر الناجم من الفقاعات في المشاشية، حتى عند حدوث مرض تخفيف الضغط. لذلك، لا يبدو أن هناك أدلة كافية لدعم هذه النظرية. أما من ناحية التعرض القصير للأطفال ما بين عمر (١٢–١٥) سنة للغاز الخامل في (٢–٤) م أو (٦– ١٢) قدم فإنه لا يكفي للتسبب في تكوين فقاعة في أي نسيج عند الصعود [84].

وأضاف نوكيتو (٢٠٢٢) [85] أنه عند سؤال مجموعة من الخبراء من شبكة تنبيه الغواصين (DAN): هل تعرض الأطفال لإجهاد الضغط المنخفض في الغوص يؤثر في نمو العظام لديهم؟ وضح "ميتشل (٢٠١٥) أنه لا يوجد دليل على أن الغوص يغلق الصفائح المشاشية للعظام الطويلة أثناء النمو، فهناك العديد من حالات الغوص المكثف من قبل المراهقين منذ عقود ولم يذكر حالة واحدة لتثبيط نمو واضح في أحد الأطراف نتيجة لمرض تخفيف الضغط. وذكر "شاراش (٢٠١٥) أن تأثير الفقاعات الدقيقة التي قد تدخل الدورة الدموية وربما تؤثر على الأوعية الدموية في لوحات النمو (الصفائح المشاشية) غير واضح. ولكن يفضل الحد من تعرض الأطفال للنيتروجين عن طريق تقييد العمق ووقت الغوص وزيادة وقت الفاصل الزمني للسطح. ومن ناحية أخرى أضاف ويكلي (٢٠١٥) أنه لا يوجد دليل على أن البيئة ذات الضغط العالي لها أي تأثير ضار على نمو العظام. وحتى الآن لا يوجد أي تأثير سلبي على العظام السليمة في أي عمر من جراء العلاج بالأكسجين عالي الضغط.

بينما في الجهة المقابلة في دراسة تشانغ وآخرون [86] لثمانية وثلاثون غواصاً محترفًا تتراوح أعمارهم بين ١٠ و١٧ عاماً لـ ٢٥ متطوعاً من نفس الفئة العمرية. ذكرت نتيجة الدراسة أنه من بين ٢٠ غواصاً كانت هناك تسع حالات سجلت لديهم إصابة لوحة المشاشية الشعاعية البعيدة. وكانت نسبة الإصابة في اليد اليمنى أعلى من الإصابة في اليد اليسرى. في ختام الدراسة استنتج الباحثون أن إصابة الصفيحة المشاشية الشعاعية شائعة في الغواصين. حيث اعتبر أن التحميل أثناء الغوص قد يؤثر على نمو صفيحة المشاشية إما بطريقة عابرة أو دائمة.

نقاط مرتبطة بالتنظيم الحراري

يختلف الأطفال قبل سن البلوغ (٦–١٢) سنة عن البالغين في العديد من العوامل المورفولوجية والفسيولوجية التي قد تؤثر على وظيفة التنظيم الحراري في جسم الانسان[٨٧]

قد يكون الحفاظ على دفء حرارة أجسام الأطفال أمراً معقداً لأن الأطفال ينمون بسرعة، لذلك لابد من الانتباه إلى البدلة المبللة التي يرتديها الأطفال بحيث تكون مناسبة للعمر والجسم لمنع

الانخفاض الحراري الذي قد يتعرض له، وقد تكون أحد الحلول المناسبة لوالدي الطفل هي استئجار البدلات الحرارية[٣٢]

المحددات

تتمثل القيود الرئيسية في هذه المراجعة قصور الدراسات التي تناولت موضوع الغوص لدى الأطفال. عدم توفر أبحاث واحصائيات أجريت في الوطن العربي. تفاوت التوصيات بين المنظمات الدولية.

الاستنتاجات

نستنتج في هذه المراجعة التالي:

١. في الإصابات الخاصة بالأذن أن أبرز تلك الإصابات المتعلقة بالتركيب التشريحي في تلك المرحلة العمرية وهي وجود قناة أستاكيوس بشكل أفقي مما يعيق معادلة الضغط بين كل من الأنف والأذن والبلعوم.

٢. أصبحت مشاركة الأطفال في الغوص محل اهتمام الكثيرين حيث ازداد عدد الإقبال على هذه الرياضة من بداية عام ٢٠٢٠م وذلك ربما يعود لتقدم الصناعات في أدوات الغوص بما يتناسب مع حجم ووزن الطفل أو نظراً لوضع بعض القيود في هذه البرامج منها تحديد العمق ودرجة حرارة الماء ومدة الغوص، إضافة لذلك تأهيل المدربين المرخصين لتدريب هذه الفئة السنية مما دفع الكثير من الأطفال للمشاركة في هذه الرياضة.

٣. إن أغلب المنظمات المتخصصة في غوص الأطفال قامت بتعديل الحد الأدنى من العمر المسموح به لممارسة رياضة الغوص ليصبح ٨ سنوات تحت ضوابط معينة ولا يسمح لمن هم أقل من ذلك.

٤. أن من أساسيات ممارسة رياضة الغوص في مرحلة الطفولة هو التمتع بقوة العضلات الهيكلية التي لاتزال تتدرج تحت إطار النمو للأطفال (غير مكتملة النمو)، فالوزن الزائد الناتج عن أدوات الغوص الثقيلة نسبياً على الأطفال قد تكون عائق كبير لممارسة الأطفال رياضة الغوص، وتقيد من حركتهم وقدرتهم أثناء الغوص.

٥. لازال هناك جدل كبير في توضيح تأثير الغوص السلبي على نمو العظام للأطفال، فلم نتمكن عن طريق البحث من إيجاد عدد كافي من الأبحاث والإحصائيات الواضحة والدقيقة التي توضح خطر الغوص على نمو العظام للأطفال. فلازلنا بحاجة للكثير من الأبحاث والدراسات التي نستشهد ونجزم فيها تأثير ممارسة رياضة الغوص للأطفال على نمو العظام. حيث يمكن أن تشمل هذه الدراسات العديد من المحاور وتجيب الكثير من التساؤلات، مثل (علاقة الفقاعات الناتجة من داء تخفيف الضغط ونمو العظام لدى الأطفال، علاقة كلا من الصفائح

المشاشية والغوص، ضرر أو كسر الصفائح المشاشية الناتج من الغوص يعيق من نمو العظام للأطفال، متابعة معدل الطول بعد البلوغ للغواصين الصغار).

التوصيات

١. إجراء فحص طبي للأطفال قبل الدخول في البرامج التدريبية للغوص أو حتى ممارسة الغوص الترفيهي.
٢. اتباع الطرق الصحيحة في معادلة الضغط داخل أجزاء الجسم التشريحية المتأثرة بهذه الأمراض.
٣. اتباع الطرق الصحيحة في الغوص لتجنب مثل هذه الأعراض سواء أثناء النزول أو الصعود.
٤. مراجعة الطبيب في حال شعر الطفل بأحد الأعراض في كل من الانف والاذن والحنجرة والجيوب الانفية لأن العلاج المبكر يسيطر على تفاقم المرض بشكل كبير ويحد من تطوره.
٥. عدم إطالة مدة الغوص أثناء حبس النفس إلى ما بعد الحدود المعقولة أو مقارنة الصغار بالبالغين.
٦. عدم استخدام أنبوب التنفس (Snorkel) الخاص بالبالغين، واستخدام أنبوب تنفس يناسب عمر وجسم الطفل.
٧. عدم تعريض الأطفال الذين أقل من ٨ سنوات للغوص بأجهزة التنفس (scuba)؛ لأن الجهاز التنفسي لديهم لم يكتمل، وتزيد حساسية ممرات التنفس عند استنشاق الهواء الجاف والبارد، كذلك عضلات التنفس قد لا تتمكن من عمليتي الشهيق والزفير.
٨. عدم تعريض الأطفال للغوص لفترات طويلة وأعماق يزيد فيها ذوبان النيتروجين في الأنسجة؛ لأنه أثناء الصعود وعند إزالة النتروجين قد تتكون فقاعات تغلق الأوعية الدموية؛ لأنها أضيق عندهم من البالغين.
٩. عدم السماح للأطفال المصابين بـ (PFO) بالغوص؛ لأنه قد يحدث لديهم نقص في الأكسدة، أو يصابون بداء تخفيف الضغط، أو بالاثنين معاً.
١٠. التقيد بتعليمات الغوص للأطفال من حيث العمق ووقت الغمر وأيضا درجة الحرارة.
١١. مرافقة الأطفال لمدربي غوص ذو خبرة في غوص الأطفال.
١٢. مدربي الغوص يجب أن يكونوا على دراية كافية بالفرق بين التغيرات الفسيولوجية بين البالغين والأطفال.

References

1. McArdle WDFIKVLK. *EXERCISE PHYSIOLOGY Nutrition, Energy, and Human Performance Seventh Edition*.; 2010.
2. Lechner M, Sutton L, Fishman JM, et al. Otorhinolaryngology and diving - Part 1: Otorhinolaryngological hazards related to compressed gas scuba diving a review. *JAMA Otolaryngol Head Neck Surg*. 2018;144(3):252-258. doi:10.1001/jamaoto.2017.2617
3. Cilveti R, Osona B, Peña JA, Moreno L, Asensio O. Scuba diving in children: Physiology, risks and recommendations. *An Pediatr (Engl Ed)*. 2015;83(6). doi:10.1016/j.anpedi.2015.03.011
4. Children and Scuba Diving: A Resource Guide for Instructors and Parents. Accessed June 10, 2023. https://pros-blog.padi.com/children-and-scuba-diving-a-resource-guide-for-instructors-and-parents/
5. Winkler BE, Tetzlaff K, Muth CM, Hebestreit H. Pulmonary function in children after Open water SCUBA dives. *Int J Sports Med*. 2010;31(10):724-730. doi:10.1055/s-0030-1262803
6. Richardson D. Children and diving: The recreational-diving training perspective. *South Pacific Underwater Medicine Society Journal*. 2003;33(2).
7. Edge CJ. Recreational diving medicine. *Curr Anaesth Crit Care*. 2008;19(4). doi:10.1016/j.cacc.2008.06.001
8. Edmonds C, Bennett M, Lippmann J, Mitchell S. Diving and Subaquatic Medicine, 5th edition. *Underwater Technology*. 2016;33(4). doi:10.3723/ut.33.245
9. Jepson N, Rienks R, Smart D, Bennett MH, Mitchell SJ, Turner M. South pacific underwater medicine society guidelines for cardiovascular risk assessment of divers. *Diving Hyperb Med*. 2020;50(3). doi:10.28920/dhm50.3.273-277
10. Buwalda M, Querido AL, van Hulst RA. Children and diving, a guideline. *Diving Hyperb Med*. 2020;50(4). doi:10.28920/dhm50.4.399-404
11. Edmonds C. Children and diving: A review of SPUMS articles. *South Pacific Underwater Medicine Society Journal*. 2003;33(4).
12. Desola J. Buceo con escafandra autónoma en la infancia. Consideraciones fisiológicas y criterios de aptitud. *Apunts Medicina de l'Esport*. 2006;41(149). doi:10.1016/S1886-6581(06)70006-8
13. Scarpa A, Ralli M, De Luca P, et al. Inner ear disorders in scuba divers: A review. *Journal of International Advanced Otology*. 2021;17(3):260-264. doi:10.5152/iao.2021.8892
14. CMAS. *Children's Diving Standards 2003*.; 2008.
15. Buwalda M, Querido AL, van Hulst RA. Children and diving, a guideline. *Diving Hyperb Med*. 2020;50(4):401. doi:10.28920/dhm50.4.399-404
16. aqua med. recommendations_for_children_diving. In: *Aqua Med*. ; 2018.
17. Cilveti R, Osona B, Peña JA, Moreno L, Asensio O. Scuba diving in children: Physiology, risks and recommendations PALABRAS CLAVE. *An Pediatr (Barc)*. 2015;83(6):410-416.
18. Myers A. Scuba Diving Lessons for Kids. PADI. Published 2021. https://blog.padi.com/scuba-diving-lessons-for-kids/
19. Nathan V. Houlihan RSDTEMMAJADWKDBTJG. No Diving! National Estimates and Characteristics of Diving-related Injuries in Children and Adolescents from 2008-2020. Pediatrics. *Pediatrics*. 2022;149(1).
20. Guys NP, Mir A, Svider PF, Sheyn A. Wet and wounded: Pediatric facial trauma from swimming and diving. *Int J Pediatr Otorhinolaryngol*. 2018;111:153-157. doi:10.1016/j.ijporl.2018.06.009
21. Guys NP, Mir A, Svider PF, Sheyn A. Wet and wounded: Pediatric facial trauma from swimming and diving. *Int J Pediatr Otorhinolaryngol*. 2018;111. doi:10.1016/j.ijporl.2018.06.009
22. Bove AA. Diving medicine. *Am J Respir Crit Care Med*. 2014;189(12):1479-1486.
23. Brandt MT. Oral and Maxillofacial Aspects of Diving Medicine. *Mil Med*. 2004;169(2):137-141. doi:10.7205/MILMED.169.2.137
24. Bailes JE, HJM, QMR, CLJ, & MJPR(. Diving injuries of the cervical spine. *Surg Neurol*. 1990;34(3):155-158.
25. Korres DS, Benetos IS, Themistocleous GS, Mavrogenis AF, Nikolakakos L, Liantis PT. Diving injuries of the cervical spine in amateur divers. *The Spine Journal*. 2006;6(1):44-49.

doi:10.1016/j.spinee.2005.06.013
26. Brown RL, Brunn MA, Garcia VF. Cervical spine injuries in children: A review of 103 patients treated consecutively at a level 1 pediatric trauma center. *J Pediatr Surg*. 2001;36(8):1107-1114. doi:10.1053/jpsu.2001.25665
27. Cilveti R, Osona B, Peña JA, Moreno L, Asensio O. Scuba diving in children: Physiology, risks and recommendations. *An Pediatr (Engl Ed)*. 2015;83(6). doi:10.1016/j.anpedi.2015.03.011
28. R.L. B, M.A. B, V.F. G. Cervical spine injuries in children: A review of 103 patients treated consecutively at a level 1 pediatric trauma center. *J Pediatr Surg*. 2001;36(8).
29. Leonard JC, Browne LR, Ahmad FA, et al. Cervical spine injury risk factors in children with blunt trauma. *Pediatrics*. 2019;144(1). doi:10.1542/peds.2018-3221
30. Haarbauer-Krupa J, Arbogast KB, Metzger KB, et al. Variations in Mechanisms of Injury for Children with Concussion. *Journal of Pediatrics*. 2018;197. doi:10.1016/j.jpeds.2018.01.075
31. Halstead ME, Walter KD, Moffatt K. Sport-related concussion in children and adolescents. *Pediatrics*. 2018;142(6). doi:10.1542/peds.2018-3074
32. *Children and Scuba Diving: A Resource Guide for Instructors and Parents*.
33. Buwalda M, Querido AL, van Hulst RA. Children and diving, a guideline. *Diving Hyperb Med*. 2020;50(4). doi:10.28920/dhm50.4.399-404
34. Matías Nochetto. children and Diving. Accessed June 11, 2023. https://dan.org/alert-diver/article/children-and-diving-2/
35. Taylor L. *Children and Scuba Diving: A Resource Guide for Instructors and Parents*.; 2006.
36. Klingmann C, Praetorius M, Baumann I, Plinkert PK. Otorhinolaryngologic disorders and diving accidents: an analysis of 306 divers. *Eur Arch Otorhinolaryngol*. 2007;264(10):1243-1251. doi:10.1007/S00405-007-0353-6
37. Vandenhoven G, Collard F, Scamp E. Children and diving: Medical aspects. Eight year's sports medical follow-up of the first scuba diving club for children in Belgium. *South Pacific Underwater Medicine Society Journal*. 2003;33(2).
38. Strutz J. [Otorhinolaryngologic aspects of diving sports]. *HNO*. 1993;41(8).
39. Klingmann C, Praetorius M, Baumann I, Plinkert PK. Otorhinolaryngologic disorders and diving accidents: An analysis of 306 divers. *European Archives of Oto-Rhino-Laryngology*. 2007;264(10):1243-1251. doi:10.1007/s00405-007-0353-6
40. Cheshire WP, Ott MC. Headache in divers. *Headache*. 2001;41(3). doi:10.1046/j.1526-4610.2001.111006235.x
41. Gonnermann A, Dreyhaupt J, Praetorius M, Baumann I, Plinkert PK, Klingmann C. Otorhinolaryngologic disorders in association with scuba diving. [German]. *HNO*. 2008;(of Publication: May 2008).
42. Strauss MB, Dierker RL. 15 Otitis externa associated with aquatic activities (swimmer's ear). *Clin Dermatol*. 1987;5(3). doi:10.1016/S0738-081X(87)80016-0
43. Kennedy GE. The relationship between auditory exostoses and cold water: A latitudinal analysis. *Am J Phys Anthropol*. 1986;71(4). doi:10.1002/ajpa.1330710403
44. Brown M, Jones J, Krohmer J. Pseudoephedrine for the prevention of barotitis media: A controlled clinical trial in underwater divers. *Ann Emerg Med*. 1992;21(7). doi:10.1016/S0196-0644(05)81033-9
45. Desforges JF, Melamed Y, Shupak A, Bitterman H. Medical Problems Associated with Underwater Diving. *New England Journal of Medicine*. 1992;326(1). doi:10.1056/nejm199201023260105
46. Cheshire WP, Ott MC. Headache in divers. *Headache*. 2001;41(3). doi:10.1046/j.1526-4610.2001.111006235.x
47. Uzun C, Adali MK, Tas A, Koten M, Karasalihoglu AR, Devren M. Use of the nine-step inflation/deflation test as a predictor of middle ear barotrauma in sports scuba divers. *Br J Audiol*. 2000;34(3). doi:10.3109/03005364000000125
48. Sade J, Ar A. Middle ear and auditory tube: Middle ear clearance, gas exchange, and pressure regulation. *Otolaryngology - Head and Neck Surgery*. 1997;116(4). doi:10.1016/S0194-

5998(97)70302-4
49. Goplen FK, Aasen T, Grønning M, Molvær OI, Nordahl SHG. Hearing loss in divers: A 6-year prospective study. *European Archives of Oto-Rhino-Laryngology*. 2011;268(7). doi:10.1007/s00405-011-1486-1
50. Bylander A, Ivarsson A, Tjernström O. Eustachian tube function in normal children and adults. *Acta Otolaryngol*. 1981;92(1-6). doi:10.3109/00016488109133287
51. Minovi A, Dazert S. Diseases of the middle ear in childhood. *GMS Curr Top Otorhinolaryngol Head Neck Surg*. 2014;13:Doc11. doi:10.3205/CTO000114
52. Tetzlaff K, Muth CM, Klingmann C. Tauchtauglichkeit von Kindern und Jugendlichen. *HNO*. 2008;56(5). doi:10.1007/s00106-007-1632-7
53. Bove AA. Diving medicine. *Am J Respir Crit Care Med*. 2014;189(12):1479-1486. doi:10.1164/rccm.201309-1662CI
54. Freeman P, Edmonds C. Inner ear barotrauma. *Arch Otolaryngol*. 1972;95(6):556-563. doi:10.1001/ARCHOTOL.1972.00770080846010
55. Neblett LM. Otolaryngology and sport scuba diving. Update and guidelines. *Ann Otol Rhinol Laryngol Suppl*. 1985;115.
56. Adams BB. Dermatologic disorders of the athlete. *Sports Medicine*. 2002;32(5):309-321. doi:10.2165/00007256-200232050-00003
57. Mitchell SJ, Doolette DJ. Selective vulnerability of the inner ear to decompression sickness in divers with right-to-left shunt: The role of tissue gas supersaturation. *J Appl Physiol*. 2009;106(1). doi:10.1152/japplphysiol.90915.2008
58. Klingmann C, Benton PJ, Ringleb PA, Knauth M. Embolic inner ear decompression illness: correlation with a right-to-left shunt. *Laryngoscope*. 2003;113(8):1356-1361. doi:10.1097/00005537-200308000-00017
59. Ignatescu M, Bryson P, Klingmann C. Susceptibility of the inner ear structure to shunt-related decompression sickness. *Aviat Space Environ Med*. 2012;83(12):1145-1151. doi:10.3357/ASEM.3326.2012
60. Nachum Z, Shupak A, Spitzer O, Sharoni Z, Doweck I, Gordon CR. Inner ear decompression sickness in sport compressed-air diving. *Laryngoscope*. 2001;111(5):851-856. doi:10.1097/00005537-200105000-00018
61. Vann RD, Butler FK, Mitchell SJ, Moon RE. Decompression illness. *Lancet*. 2011;377(9760):153-164. doi:10.1016/S0140-6736(10)61085-9
62. Shupak A, Gil A, Nachum Z, Miller S, Gordon CR, Tal D. Inner ear decompression sickness and inner ear barotrauma in recreational divers: a long-term follow-up. *Laryngoscope*. 2003;113(12):2141-2147. doi:10.1097/00005537-200312000-00017
63. Becker GD, Parell GJ. Barotrauma of the ears and sinuses after scuba diving. *Eur Arch Otorhinolaryngol*. 2001;258(4):159-163. doi:10.1007/S004050100334
64. Fagan P, Mckenzie B, Edmonds C. Sinus barotrauma in divers. *Annals of Otology, Rhinology & Laryngology*. 1976;85(1). doi:10.1177/000348947608500110
65. Yanagawa Y, Okada Y, Ishida K, Fukuda H, Hirata F, Fujita K. Magnetic resonance imaging of the paranasal sinuses in divers. *Aviat Space Environ Med*. 1998;69(1).
66. Papadodima SA, Athanaselis SA, Skliros E, Spiliopoulou CA. Forensic investigation of submersion deaths. *Int J Clin Pract*. 2010;64(1):75-83. doi:10.1111/J.1742-1241.2008.01890.X
67. Di Cicco M, Kantar A, Masini B, Nuzzi G, Ragazzo V, Peroni D. Structural and functional development in airways throughout childhood: Children are not small adults. *Pediatr Pulmonol*. 2021;56(1). doi:10.1002/ppul.25169
68. Stocks J, Quanjer PH. Reference values for residual volume, functional residual capacity and total lung capacity. ATS Workshop on Lung Volume Measurements. Official Statement of The European Respiratory Society. *Eur Respir J*. 1995;8(3):492-506. doi:10.1183/09031936.95.08030492
69. Lemaître F, Tourny-Chollet C, Hamidouche V, Lemouton MC. Pulmonary function in children after a

single scuba dive. *Int J Sports Med*. 2006;27(11). doi:10.1055/s-2006-923810
70. Spahn JD, Covar R. Clinical assessment of asthma progression in children and adults. *Journal of Allergy and Clinical Immunology*. 2008;121(3). doi:10.1016/j.jaci.2008.01.012
71. Patil P, Deodhar A, Res SJIntJHSci, 2020 undefined. Respiratory Muscle Strength in Children in Age Group 7-12 Years: A Cross-Sectional Observational Pilot Study. *academia.edu*. Accessed June 2, 2023. https://www.academia.edu/download/65205715/20.pdf
72. Winkler BE, Tetzlaff K, Muth CM, Paulat K, Hebestreit H. SCUBA-dive-related changes in heart rate in children. *Pediatr Exerc Sci*. 2011;23(3). doi:10.1123/pes.23.3.388
73. HAGEN PT, SCHOLZ DG, EDWARDS WD. Incidence and size of patent foramen ovale during the first 10 decades of life: an autopsy study of 965 normal hearts. *Mayo Clin Proc*. 1984;59(1):17-20. doi:10.1016/S0025-6196(12)60336-X
74. Walsh BK, Smallwood CD. Pediatric oxygen therapy: A review and update. *Respir Care*. 2017;62(6). doi:10.4187/respcare.05245
75. Siewiera J, Mews J, Królikowska K, Kalicki B, Jobs K. Hyperbaric oxygenation in pediatrics: indications in the light of evidence - based medicine. *Dev Period Med*. 2019;23(2).
76. Kawel-Boehm N, Hetzel SJ, Ambale-Venkatesh B, et al. Reference ranges ("normal values") for cardiovascular magnetic resonance (CMR) in adults and children: 2020 update. *Journal of Cardiovascular Magnetic Resonance*. 2020;22(1). doi:10.1186/s12968-020-00683-3
77. Sarkola T, Manlhiot C, Slorach C, et al. Evolution of the arterial structure and function from infancy to adolescence is related to anthropometric and blood pressure changes. *Arterioscler Thromb Vasc Biol*. 2012;32(10). doi:10.1161/ATVBAHA.112.252114
78. Occupational Safety and Health Branch- Labour Department. *The Medical Examination of Divers: A Guide for Physicians*.; 2005.
79. SPUMS. Guidelines on Medical Risk Assessment for Recreational Diving. In: The SPUMS diving medical; 2010:8.
80. Pollock N. Juggling Physical Exercise And Diving. DAN. Published 2021. https://www.dansa.org/blog/2021/04/16/juggling-physical-exercise-and-diving
81. Dotan R, Mitchell C, Gabriel D. Child — Adult Differences in Muscle Activation — A Review. 2013;24(1):2-21.
82. Cathy Meehan S, Trytko B, Officer David Doolette E, et al. *Children in Diving*. Vol 33. South Pacific Underwater Medicine Society; 2003.
83. Anzilotti AW. Growth Plates. Nemoures children's health. Published 2019. Accessed November 5, 2023. https://kidshealth.org/en/parents/growth-plates.html#:~:text=When Do Growth Plates Close,they're 15–17.
84. Drew Richardson, Julie Taylor Sanders, Lesley Alexander, Brad Smith, Karl Shreeves JK. *Children and Scuba Diving: A Resource Guide for Instructors and Parents. (Review)*. Vol 33.; 2006.
85. Nochetto M. Children and Diving. DAN. Published 2015. https://dan.org/alert-diver/article/children-and-diving-2/
86. Zhang C, Shen S, Zhang W, et al. Effect of Long-Term Diving on the Morphology and Growth of the Distal Radial Epiphyseal Plate of Young Divers: A Magnetic Resonance Imaging Study. *Clin J Sport Med*. 2019;29(4):312—317. doi:10.1097/jsm.0000000000000523
87. Notley SR, Akerman AP, Meade RD, McGarr GW, Kenny GP. Exercise Thermoregulation in Prepubertal Children: A Brief Methodological Review. *Med Sci Sports Exerc*. 2020;52(11). doi:10.1249/MSS.0000000000002391

الاختصارات

Abbreviation	Full form
SCUBA	Self-Contained Breathing Apparatus
PFO	Patent foramen oval
ADH	Antidiuretic hormone
WPW	Wolff-Parkinson-White
DCI	Decompression Illness
MEB	Middle Ear Barotrauma
TM	Tympanic Membrane
CSF	Cerebrospinal Fluid
ET	Eustachian Tube
IEB	Inner Ear Barotrauma
IEDCS	Inner Ear Decompression Sickness
ADCI	Association of Diving Contractors International
EDTC	European Diving Technology Committee
HSE	Health and Safety Executive
ENT	Nose, Ear and Throat
SPUMS	The South Pacific Underwater Medicine Society
PADI	The Professional Association of Diving Instructors
CMAS	The Confédération Mondiale des Activités Subaquatiques

محددات توصيات الغوص لدى الأطفال (مراجعة النطاق)

سالم بن حامد العتيبي

هديل بنت فؤاد سعد

ندى بنت صديق خوجة

طلال بن محمد القرشي

أ.د/ شايع بن عائض القحطاني

الهدف: التعرف على الاختلافات الفسيولوجية، التشريحية، النفسية والفيزيائية في أجهزة الجسم المختلفة بين كل من الأطفال والبالغين، وما للنمو الطردي في نسبة عدد الحوادث وزيادة عدد المشاركين من الأطفال في الغوص تحت الماء، وكذلك ندرة الأدلة العلمية الخاصة بهذه الفئة. **الإجراءات:** تم إجراء مسح موسع لمراجعة النطاق هذه (Scoping Review) في قواعد البيانات التالية: (PubMed, Google Scholar) حتى تاريخ 10 يونيو ٢٠٢٣، كما وتم الاطلاع على كل من الارشادات والكتب ذات العلاقة لإثراء هذه المراجعة وتغطيتها بشكل كامل من جميع الجوانب، لم يكن اختيار الدراسات على أساس منهجي، كما ولا نجزم بشمولية الأدلة التي تمت مراجعتها. **النتائج:** تم اعتماد (87) مرجع مرتبط بمراجعة النطاق الحالية حيث تناولت التغيرات الفسيولوجية والتشريحية والفيزيائية التي تطرأ على أجهزة الجسم المختلفة لدى الأطفال تأكيداً للعلاقة ما بين كل من عمق الغوص والضغط وحجم للغازات. والتأثيرات السامة المحتملة للغازات المختلفة التي يتم استنشاقها أثناء الغوص، وكذلك استيضاح المؤثرات التي تحد من توصيات الغوص الترفيهي لهذه الفئة العمرية. **الاستنتاجات:** خلصت هذه المراجعة على الإصابات الأكثر شيوعاً والتوصيات الدولية الخاصة بغوص الأطفال وموانع الغوص. **التوصيات:** يمكن للأطفال مزاولة رياضة الغوص لكن باتباع التوصيات الصادرة من المنظمات الدولية مع مراعاة كل من التقييم الطبي، الحد الأدنى للعمر المسموح في الغوص، وكذلك ملائمة معدات الغوص لحجم الطفل بشكل فردي، والبيئة التي يمارس فيها الغوص، وكل من عمق ومدة الغوص.

الكلمات المفتاحية: الغوص الترفيهي، الغوص عند الأطفال، إصابات الغوص، توصيات الغوص، متطلبات الغوص، فسيولوجيا الغوص، غوص (Scuba).

Abstract
Determinants of pediatric diving recommendations (a scoping review)

Salem Hamed Al Otaibi
Hadeel Fouad Saad
Nada Siddiq Khoja
Talal Mohammed Al Qurashi
Prof. Shayea Ayed Al-Qahtani

Objective: To identify the physiological, anatomical, psychological, and physical differences in the various body systems between children and adults, and the proportional growth in the number of accidents and the increase in the number of children participating in underwater diving, as well as the scarcity of scientific evidence for this category. **Procedures:** An extensive survey of this scoping review was conducted in the following databases: (PubMed, Google Scholar) until 10 June 2023. All relevant guidelines and books were also reviewed to enrich this review and cover it completely in all aspects. Studies were not selected on a systematic basis, and we cannot be certain of the comprehensiveness of the evidence reviewed. **Results:** (87) references were approved related to the current scoping review, which addressed the physiological, anatomical, and physical changes that occur in the various body systems in children, to confirm the relationship between diving depth, pressure, volume of gases, and the potential toxic effects of the various gases that are inhaled during diving, as well as clarifying Influences that limit recreational diving recommendations for this age group. **Conclusions:** This review summarized the most common injuries and international recommendations for child diving and diving contraindications. **Recommendations:** Children can practice diving, but by following the recommendations issued by international organizations, considering the medical evaluation, the minimum age allowed for diving, as well as the suitability of diving equipment to the child's individual size, the environment in which diving is practiced, and both the depth and duration of diving.

Keywords: recreational diving, children's diving, diving injuries, diving recommendations, diving requirements, diving physiology, Scuba diving.