PAEDIATRICA Vol. 17 No. 4 2006

Recommandations pour l'estimation de l'aptitude à la plongée chez l'enfant

Marc-Alain Panchard, Vevey; Oskar Bänziger, Zürich; Hans Fuchs, Wettingen;
Heinrich Haldi, Wallisellen; Helmut Oswald, Winterthur

Introduction

La plongée-enfant existe quasiment depuis l'invention du scaphandre autonome[1]. Elle n'en connaît pas moins une véritable explosion depuis une dizaine d'année, sous l'influence de facteurs sociologiques et commerciaux.

Les récentes publications de séries d'accidents de plongée (parfois mortels ou à répétition!) chez des enfants prouvent, si besoin était, que le sujet n'a rien d'anodin.

Le pédiatre est de plus en plus confronté à des demandes de certificats d'aptitude à la plongée. Les présentes recommandations ont pour but de le guider dans un monde où n'existe pour le moment aucune étude de grande envergure.

La question de l'âge

Physiopathologie

Nombreuses sont les objections que l'on peut faire à laisser un enfant s'aventurer dans le milieu aquatique, l'un des plus hostiles qui se puisse rencontrer sur terre pour l'être humain passé le moment de sa naissance.

Les inquiétudes le plus souvent mises en avant sont d'ordre physiopathologique (*tableau 1*).

Abréviations

- *CMAS:* Confédération Mondiale des Activités Subaquatiques
- *FSSS:* Fédération Suisse des Sports Subaquatiques
- *NAUI:* National Associati on of Underwater Instructors
- *PADI:* Professional Association of Diving Instructors
- *SUHMS:* Swiss Underwater and Hyperbaric Medical Society

Particularités de l'enfant plongeur	Adaptations possibles
Système respiratoire ● Consommation d'oxygène relativement plus élevée ● Espace mort anatomique relativement plus grand ● Diamètres plus petits, résistances plus hautes: air trapping ● Volume de fermeture proche du volume résiduel: air trapping ● Système en croissance	Equipement spécial Limitation de la vitesse de remontée
Système cardio-circulatoire ● Foramen ovale perméable probablement plus fréquent ● Tonus vagal plus haut	Limitation de la profondeur Limitation de la durée Paliers et intervalles de surface plus longs
Système musculo-squelettique ● Système en croissance ● Lésions des cartilages de croissance par les microbulles (hypothétique) ● Bassin peu développé: risque de perte de la ceinture de lest ● Force plus faible, de façon relative et absolue	Equipement spécial Limitation de la profondeur Limitation de la durée Limitation de la vitesse de remontée Paliers et intervalles de surface plus longs
Système ORL ● Collapsus paradoxal de la trompe d'Eustache à la déglutition ● Béance tubaire volontaire difficile ● Otites sécrétoires fréquentes	Descente plus lente
Thermorégulation ● Risque plus élevé d'hypothermie ● Risque plus élevé d'hyperthermie	Combinaison adaptée Limitation de la durée et de la profondeur Eviter les attentes, l'enfant équipé et en plein soleil
Composition corporelle ● Moins de tissus graisseux: risque d'hypothermie (cf. plus haut) ● Rapport corps/équipement différent: difficultés d'équilibration ● Risque de déshydratation ● Cinétique des gaz différente (cf. plus bas)	Boissons Equilibration attentive Limitation de la durée, de la profondeur et de la vitesse de remontée Isolation thermique adaptée
Cinétique des gaz ● Inconnue!	Limitation de la profondeur Limitation de la durée Limitation de la vitesse de remontée Paliers plus longs Pas de plongée successive

Tableau 1: **Particularités physiologiques de l'enfant plongeur et adaptations nécessaires.**

Néanmoins, la plupart des questions soulevées ne reposent pas sur des bases sérieuses. Ces divers points ont été abordés ailleurs[2].

D'autre part, une adaptation des habitudes de plongée ou du matériel permettent d'y remédier dans une très large mesure (*tableau 1*).

Les questions liées au développement psychologique de l'enfant, à sa motivation, ou au contexte dans lequel il pratiquera ce sport sont certainement plus importantes.

Psychologie et motivation

Il est clairement admis que l'origine de la plupart des accidents de plongée de l'adulte est liée à des comportements ou réactions inadéquats en situation imprévue.

L'immaturité psychologique et développementale de l'enfant (*tableau 2*) le mettent à haut risque d'être dépassé par les évènements en cas de confrontation à une situation imprévue, et donc à haut risque d'accident[3)–5)]. Seul un encadrement spécifiquement adapté à son stade de développement permettra de diminuer ce risque de façon acceptable. Ce point a d'ailleurs été bien compris par de nombreux auteurs, qui déconseillent formellement l'écolage de plongée en groupes mixtes d'enfants et d'adultes.

La motivation de l'enfant à la pratique de la plongée n'est pas toujours claire. S'agit-il de son propre désir, ou du désir impérieux de ses parents de le voir les accompagner en plongée ou réaliser quelque chose qu'ils n'ont eux-mêmes pas pu accomplir? Si le pédiatre a ici un rôle d'investigation clair, l'impression des moniteurs est aussi de première importance. Il n'est pas rare qu'un instructeur constate une impression de malaise chez un enfant sous l'eau et puisse le corréler, par exemple, au fait que cet enfant participe au cours plus pour accompagner son grand frère que pour son propre plaisir! Une communication entre le moniteur et le médecin devrait alors pouvoir se faire, afin de discuter de l'avenir subaquatique de l'enfant concerné.

Contexte de la plongée

Les principales organisations de plongée sportive (CMAS, PADI, NAUI,…) ont leurs propres programmes de plongée-enfant, avec une formation spécifique des moniteurs (voir pour exemple le programme de la FSSS au *tableau 3*).

Il serait cependant faux de croire que ce souci se retrouve dans tous les clubs de plongée des stations balnéaires dans lesquelles les enfants accompagneront leurs parents en vacances! Il sera donc de la plus haute importance, lors de l'appréciation de l'aptitude à la plongée d'un enfant, que le pédiatre puisse être renseigné sur les conditions dans lesquelles l'enfant va évoluer, afin de pouvoir moduler son appréciation de la relation âge/aptitude.

Compétence	Age
Conservation de longueur	7 ans
Conservation de poids	9 ans
Conservation de vitesse	12 ans
Pensée opérative et formelle	12 ans
Respect réciproque	7 à 12 ans
La mort est universelle et définitive	10 à 12 ans

Tableau 2: **Particularités développementales de l'enfant plongeur**

Programme	Initiation	Dauphin 1 et 2	Dauphin 3
Age			
8 et 9 ans	2 mètres	5 mètres	
9 et 10 ans	2 mètres	5 mètres	
10 à 12 ans	3 mètres	5 mètres	5 mètres
12 à 14 ans	3 mètres	5 mètres	10 mètres
Pas de plongée de nuit, ou si la T° de l'eau est < 12°. Equipement spécial. Boissons et aliments à disposition. Accès à l'eau adapté aux enfants.			

Tableau 3: **Programme de plongée enfant de la FSSS – CMAS**

Conclusion 1: à quel âge peut-on plonger?

Il ressort malheureusement de ce qui précède qu'il est impossible de fixer un âge limite fixe et type pour laisser un enfant plonger: la décision va en effet dépendre non seulement de facteurs physiques purs, mais plus encore, de facteurs psychologiques (maturité, aquacité, motivation, comportement) et environnementaux (programme spécifique de plongée-enfant, matériel adapté, formation spécifique des moniteurs).

En pratique, chez un enfant personnellement motivé et exempt de troubles psychologiques, et en l'absence de toute contre-indication médicale (cf. ci-dessous), on peut proposer l'attitude suivante:

Dans une structure spécialisée

> 14 ans: pas de restriction liée à l'âge
8–4 ans: décision au cas par cas; certificat d'aptitude avec limitations (spécifier «Plongée selon programmes enfant de la CMAS ou PADI» ou préciser la profondeur maximale selon le *tableau 3*); contrôles réguliers
< 8 ans: très vivement déconseillé!

Dans une structure inconnue

> 14 ans: pas de restriction liée à l'âge
12–14 ans: aptitude avec limitations
< 12 ans: par principe déconseillé

Se pose cependant le problème spécifique des baptêmes organisés par de nombreux clubs. Ils ont lieu en piscine et en faible profondeur. Néanmoins, il est clair qu'un accident grave peut survenir par surpression pulmonaire lors d'une remontée glotte bloquée déjà dès une profondeur faible, accessible en piscine! Il est difficile d'exiger un certificat médical d'aptitude pour chaque baptême, et les clubs ne le font d'ailleurs pas, se contentant le plus souvent (?) d'informer les parents des risques et des contre-indications médicales habituelles. Si, toutefois, le pédiatre devait se retrouver confronté à une telle demande, il demeure important de s'assurer, ici encore, des facteurs psychologiques, motivationnels et environnementaux déjà mentionnés.

Contre-indications «environnementales»
- Pas de programme spécifiquement pédiatrique
- Programme non spécifié ou inconnu
- Absence de matériel spécifiquement pédiatrique
- Ecolage en groupes mixtes d'enfants et d'adultes
- Environnements extrêmes (accès au site de plongée, températures extrêmes, nuit,…)

Contre-indications psychologiques
- Motivation médiocre
- Motivation des parents plus que de l'enfant
- Motivation détournée (p.ex: suivre un frère)
- Immaturité psychologique pour l'âge
- Peur de l'eau avérée
- Peur de l'eau suspectée (mauvaise aquacité)
- Mauvais respect des consignes
- Mauvaise adaptation aux groupes
- Retard de développement modéré ou important

Contre-indications liées à l'âge
- Moins de 8 ans en structure adaptée
- Moins de 12 ans en structure inconnue ou non spécifiquement pédiatrique

Contre-indications médicales
- Rares mais importantes. Toute anomalie anamnestique ou au status doit motiver une évaluation spécifique.

Tableau 4: **Résumé des contre-indications à la plongée pédiatrique.**

Les contre-indications médicales
(*Tableau 4*)

Anamnèse
Elle se doit, comme toujours, d'être fouillée et complète. On s'intéressera bien sûr notamment aux séquelles de maladies (prématurité, opérations, tumeurs, leurs traitements,…), aux traitements médicamenteux en cours ou occasionnels, aux antécédents familiaux (cardiopathies, asthme,…) et personnels (otites à répétition, asthme,...), ainsi qu'aux performances sportives et à l'aquacité (âge d'apprentissage de la natation, fréquence de la pratique de ce sport,…)
Une anamnèse psychologique est nécessaire, devant permettre d'apprécier la capacité d'attention, de respect des consignes, de concentration, ainsi que la motivation à la plongée. Les évaluations scolaires peuvent parfois amener de précieux renseignements, ainsi que la participation harmonieuse de l'enfant à des activités de groupe (scouts, sport d'équipe,…).
Comme on l'a mentionné plus haut, une anamnèse ne sera jamais complète sans que l'on obtienne des renseignements sur le type de pratique de plongée envisagée et sur la structure qui se propose d'accueillir l'enfant. Il faudra donc vérifier la présence d'un programme spécifique aux enfants, reconnu par l'une des principales associations mondiales de plongée (CMAS, NAUI, PADI), avec des instructeurs spécifiquement formés.

Examen clinique
Ici aussi, il doit être exhaustif, comprenant notamment un examen orthopédique, ORL (avec estimation de la fonction tubaire) et dentaire.

Examens paracliniques
Chez l'enfant dont l'anamnèse est vierge et l'examen clinique rigoureusement normal, aucun examen paraclinique de routine n'est à envisager.
Une tympanographie est d'une utilité incontestable dans la vérification de la fonction tubaire.
Au moindre doute quant à une pathologie cardiaque (souffle, même d'allure fonctionnelle, cardiopathie opérée,…) un examen spécialisé récent par un cardiologue pédiatre est indispensable, afin d'évaluer la fonction cardiaque et d'exclure le moindre shunt.
Il en va de même de tout doute quant à la fonction pulmonaire: un examen pneumologique avec fonctions pulmonaires est nécessaire afin d'exclure un syndrome obstructif, notamment.
Restent bien sûr indiqués les examens sanguins ou radiologiques suggérés par la clinique.

Évaluation
Afin de juger d'une éventuelle contre-indication à la plongée, il est important de connaître les bases de la pratique de ce sport et des principes qui la sous-tendent[6].

En résumé, on se souviendra de quatre principes de base:
- La pression externe variant, les compartiments gazeux internes (oreille moyenne, sinus, poumon, intestins,…) doivent pouvoir adapter leur pression, donc communiquer avec un milieu à pression ambiante. Le fait d'évoluer à faible profondeur ne rend pas cette règle moins importante, au contraire: c'est entre la surface et 10 m de profondeur (et retour) que la variation de pression est relativement la plus importante: du simple au double! On se souviendra que la remontée paniquée glotte fermée, ou un air trapping important à la remontée (asthme,…) verront l'air pulmonaire doubler de volume, avec comme corollaire la surpression pulmonaire, le pneumothorax et l'embolie gazeuse artérielle.
- Même une «petite» plongée peut provoquer la formation de bulles veineuses, qui resteront asymptomatiques à moins que leur quantité devienne trop importante, ou qu'un shunt leur ouvre la porte de la circulation systémique…
- L'immaturité psychologique de l'enfant ne portera certainement pas à conséquence lors d'une plongée harmonieuse. Mais elle réduit probablement sa capacité de réaction à un évènement imprévu…
- Le manque de connaissances en médecine de plongée de l'enfant doit faire interpréter les recommandations de contre-indication chez l'adulte avec une plus grande sévérité.

Il serait fastidieux de passer en revue toutes les contre-indications potentielles à la pra-

tique de la plongée par un enfant. Il est dans tous les cas nécessaires de discuter la contre-indication supposée avec le spécialiste concerné (cardiologue, pneumologue, neurologue,…) A titre indicatif, on pourra cependant se référer aux manuels de la SUHMS[7), 8)], en se rappelant d'interpréter les recommandations de façon restrictive. Quelques domaines méritent cependant une mention spéciale.

Antécédents de prématurité
Il est peu probable qu'une exposition à des pressions partielles d'oxygène plus élevées puisse, à l'âge concerné par la plongée pédiatrique, aggraver des lésions de bronchodysplasie ou de rétinopathie. Cependant, la présence de telles lésions nécessite un avis pneumologique et la réalisation de fonctions pulmonaires, afin d'évaluer l'importance d'un syndrome obstructif, ainsi qu'une consultation ophtalmologique.

Antécédents de radio-chimiothérapie
La bléomycine sensibilise le parenchyme pulmonaire à l'action toxique de l'oxygène durant une longue période, probablement plus d'une année. Une radiothérapie touchant les champs pulmonaires peut aussi contre-indiquer la pratique de la plongée (syndrome obstructif ou restrictif). Là à nouveau, la décision doit être multidisciplinaire.

Système cardiovasculaire
Toute pathologie cardiaque, avec ou sans shunt, opérée ou non, nécessite, afin de décider d'une contre-indication ou non, une consultation de cardiologie pédiatrique et une échographie, afin d'évaluer la fonction cardiaque et la présence d'un shunt éventuel. Il en va de même de tout souffle, même «d'allure fonctionnelle».

La découverte d'un foramen ovale perméable posera un problème difficile à résoudre. Chez l'adulte sain, n'ayant jamais présenté de maladie de décompression, un foramen peu important ne contre-indique pas la pratique de la plongée et ne nécessite pas une fermeture. On recommande par contre des mesures préventives: low bubble diving, Nitrox[1]. Chez l'enfant, l'utilisation du Nitrox est encore moins documentée que les autres domaines de la plongée. On l'évitera donc pour préférer le low bubble diving (faible profondeur, remontée lente, paliers, pas d'efforts hors de l'eau après la plongée).

Système respiratoire
Bien que remise en cause chez l'adulte, la contre-indication formelle à la plongée chez l'asthmatique doit demeurer en vigueur chez l'enfant jusqu'à nouvel avis. Les autres pathologies (hyperréactivité bronchique, toux chronique, mucoviscidose, status post interventions pulmonaires,…) doivent faire l'objet d'un avis spécialisé.

Système digestif
Peu de pathologies digestives nécessitent une interdiction formelle de plongée (on peut même plonger avec une stomie!). On demeurera cependant attentif à la présence de maldigestion causant une production importante de gaz, ces derniers étant, par leur dilatation à la remontée, à l'origine des classiques «coliques du scaphandrier».

Système neurologique
Là encore, une évaluation multidisciplinaire (neurologue, pneumologue, pédiatre, médecin de la plongée) est nécessaire: la plongée handicap a par exemple ouvert les portes du monde sous-marin à des patients atteints de maladies neuromusculaires.

Système ORL
La présence d'un drain est évidemment une contre-indication absolue, de même que toutes les pathologies s'accompagnant d'une dysfonction tubaire (otites moyennes, aiguës et chroniques), ainsi que les sinusites, et même les simples rhinites aiguës, infectieuses ou allergiques. Même si une dysfonction tubaire rendant l'équilibration difficile ne représente pas forcément un risque majeur d'accident grave, elle peut occasionner des douleurs importantes ruinant tout le plaisir de la plongée.
Un status dentaire anormal nécessite un assainissement, en raison du risque d'air trapping pulpaire source de violentes douleurs à la remontée.
En période de transition entre la dentition provisoire et définitive, le nombre de dents antérieures doit être suffisant au maintien de l'embout.

Psychiatrie
S'il est évident que les troubles anxieux et de la personnalité constituent une contre-indication formelle, les avis sont partagés sur les troubles hyperactifs avec déficit d'attention. Bien que l'on ignore exactement la pharmacodynamique hyperbare de du méthylphenhydate, il semble que l'effet favorable sur l'attention l'emporte sur les risques, quand le traitement est stable depuis assez longtemps.

Endocrinologie
Le diabète insulino-dépendant représente chez l'adulte une contre-indication formelle actuellement remise en question. Cependant, chez l'enfant, même parfaitement stabilisé, on le considérera restrictivement jusqu'à nouvel avis.

Conclusion 2: les contre-indications médicales et le certificat

Les contre-indications sont donc rarissimes. Les cas douteux pourront souvent, après avis spécialisé indispensable, se voir autoriser l'accès au monde du silence.
Le certificat se doit d'être un certificat de non contre-indication, en spécifiant bien que l'enfant doit évoluer dans une structure spécifiquement dévolue à l'enseignement et à la pratique de la plongée pédiatrique, et avec les limitations relatives à la plongée pédiatrique (*cf. plus haut + tableau 5*).

Résumé

Bien que source de nombreux et ineffables plaisirs, la plongée sous-marine demeure pour l'enfant une activité de loisirs, non indispensable à son développement harmonieux et non dénuée de risques.
La pratique de plus en plus répandue de ce sport permet de mettre en évidence la large marge de sécurité dont on dispose chez

Age	Plongeur débutant	Plongeur expérimenté
8–9 ans	2 mètres	5 mètres
9–10 ans	2 mètres	5 mètres
10–12 ans	3 mètres	5 mètres
12–14 ans	3 mètres	10–12 mètres

Tableau 5: **Profondeurs maximales recommandées en fonction de l'âge, en milieu spécifiquement pédiatrique.**

1 Le Nitrox est un mélange d'air et d'oxygène. Le taux d'azote étant plus bas, le risque de formation de bulles à la remontée est plus bas.

l'enfant, mais aussi l'absence d'innocuité absolue. Contrairement à ce que pensait Cousteau, il peut y avoir une punition pour un péché aussi merveilleux[9].
Le rôle du pédiatre est donc de diminuer le risque de «punition», pour reprendre le terme de Cousteau, en s'assurant de l'absence absolue de contre-indication, en référant, dans le cas contraire l'enfant à un spécialiste, et en vérifiant l'adéquation de la structure dans laquelle va évoluer l'enfant.

Remarques

La SUHMS organise régulièrement des cours de médecine de plongée, destinés à l'obtention de la formation de «Medical examiner of divers». Voir www.suhms.org.
On trouvera aussi sur le même site les recommandations actuelles d'attitude, entre autres en cas d'accident de plongée, et de foramen ovale perméable.
On ne le répétera jamais assez: nos connaissances en médecine de la plongée chez l'enfant sont fragmentaires. La réalisation d'une étude de suivi des enfants plongeurs est un moyen d'augmenter nos connaissances. La participation des pédiatres est précieuse. Voir prochainement sous www.diving-kids.ch , où l'on trouvera aussi divers documents (articles, check-lists,…).

Références:

1) Cousteau JY et Dumas D. IN: Le monde du silence. 1ère édition Le livre de poche, Paris, 1962: 224–226.
2) Panchard MA. L'enfant et la plongée sous-marine. Quand commencer? Rev Med Suisse Romande 2002; 22: 589–93.
3) Piaget J. IN: Psychologie de l'intelligence. A. Colin, Paris, 1967: 197–201.
4) Piaget J. IN: Le développement mental de l'enfant. Denoël, Paris, 1964: 87–101.
5) Dana Castro IN La mort pour de faux et la mort pour de vrai. Albin Michel, Paris, 2000: 42.
6) Avanzi P, Galley P et Héritier F. IN: Plonger en sécurité. 1ère édition, Gründ, Paris, 2000.
7) Wendling J et col. Aptitude à la plongée, Manuel. 2ème édition SSMSH éditions, Crissier, 1996.
8) Wendling J et col. Tauglichkeit, Manuel. 2ème édition SSMSH éditions, Crissier, 2001.
9) Cousteau JY et Dumas D. IN: Le monde du silence. 1ère édition Le livre de poche, Paris, 1962: 13–14.

Correspondance:

Dr Marc-Alain Panchard
Médecin chef, Service de Pédiatrie
Hôpital Riviera, Site du Samaritain
Bd Paderewski 3
1800 Vevey
map@swissonline.ch