

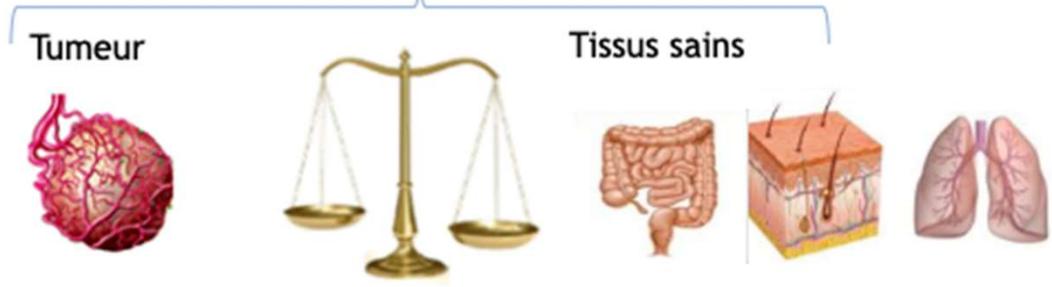
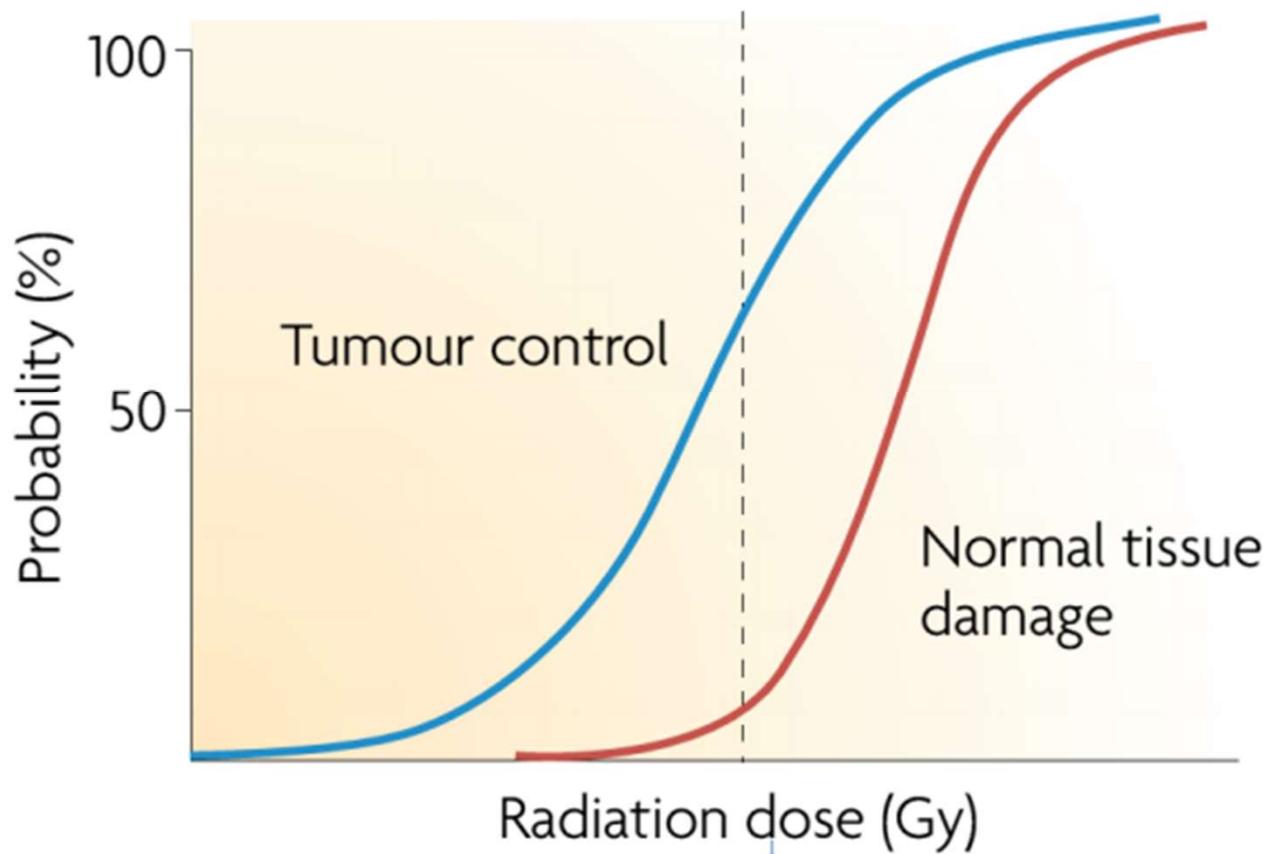
Pathologies radiques et OHB

DESIU médecine de plongée et hyperbare

22/01/2025

Béatrice RIU POULENC - Toulouse

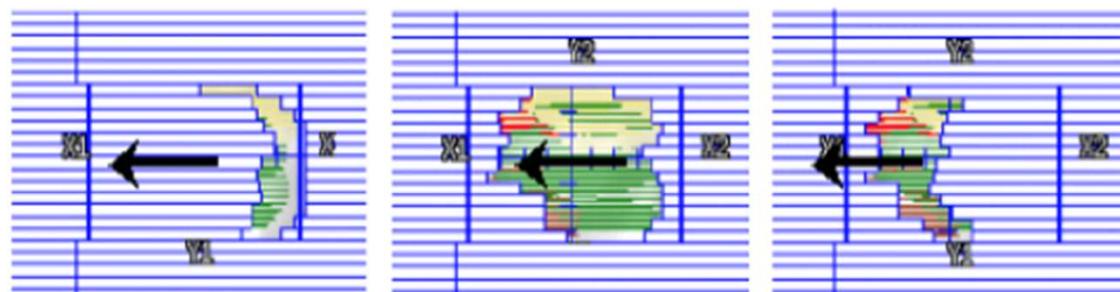




Radiothérapie Conformationnelle avec Modulation d'Intensité RCMi (IMRT)

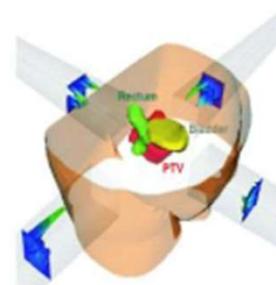


Collimateur multilames

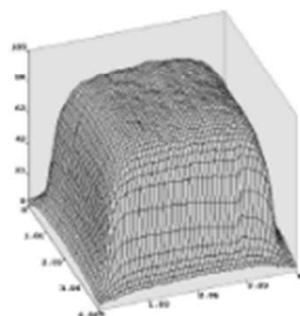


Mouvement des lamelles pendant l'irradiation

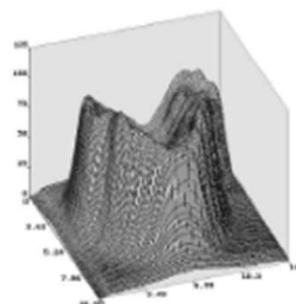
Débit maximal : **6 Gy/min**



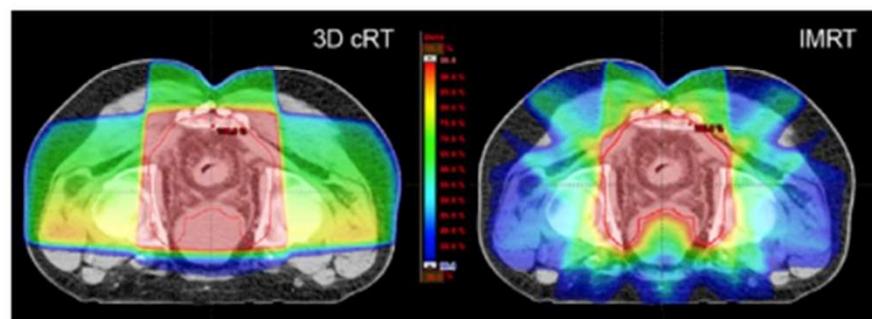
5 à 7 faisceaux statiques



Faisceau non modulé



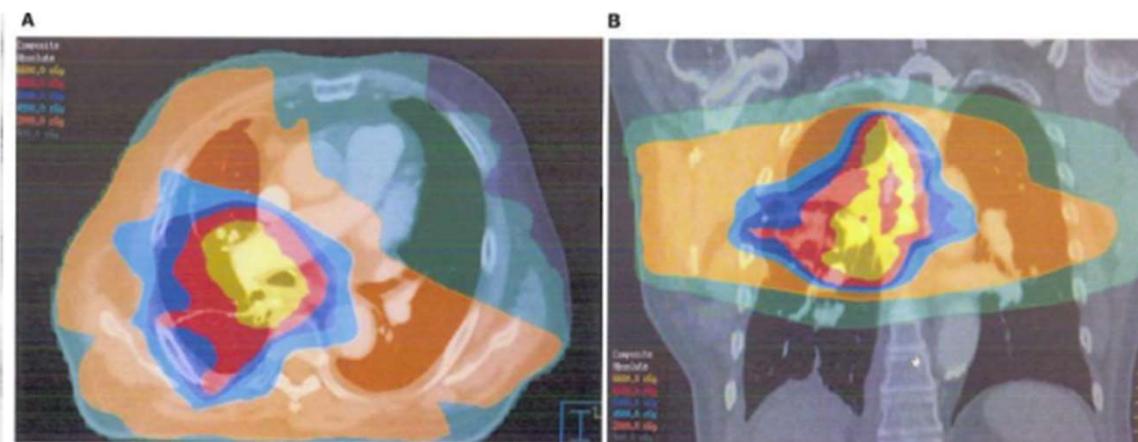
Faisceau modulé



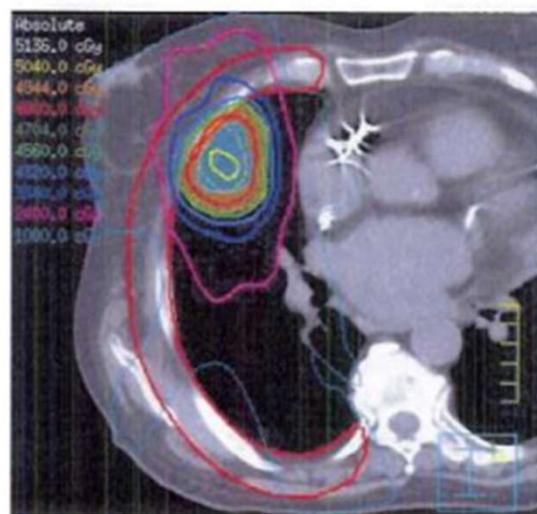
- Haute conformité de la distribution de dose au volume cible (volumes concaves et complexes)
- Gradients de dose élevés
- Meilleure protection des organes à risque
- Possibilité d'escalade de dose, *Boost* intégré

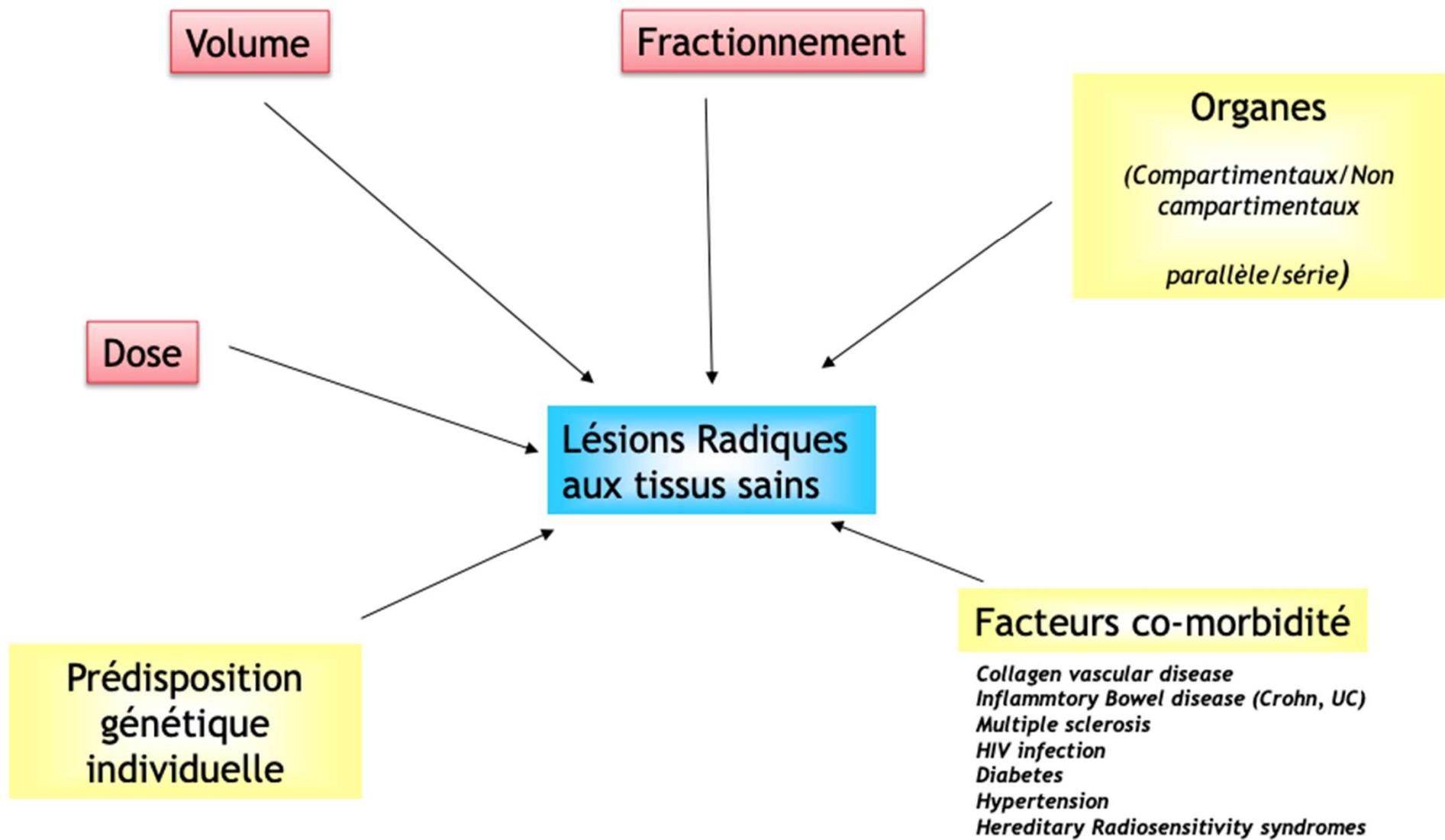
RT stéréotaxique - isodoses

6 fields IMRT
66 Gy



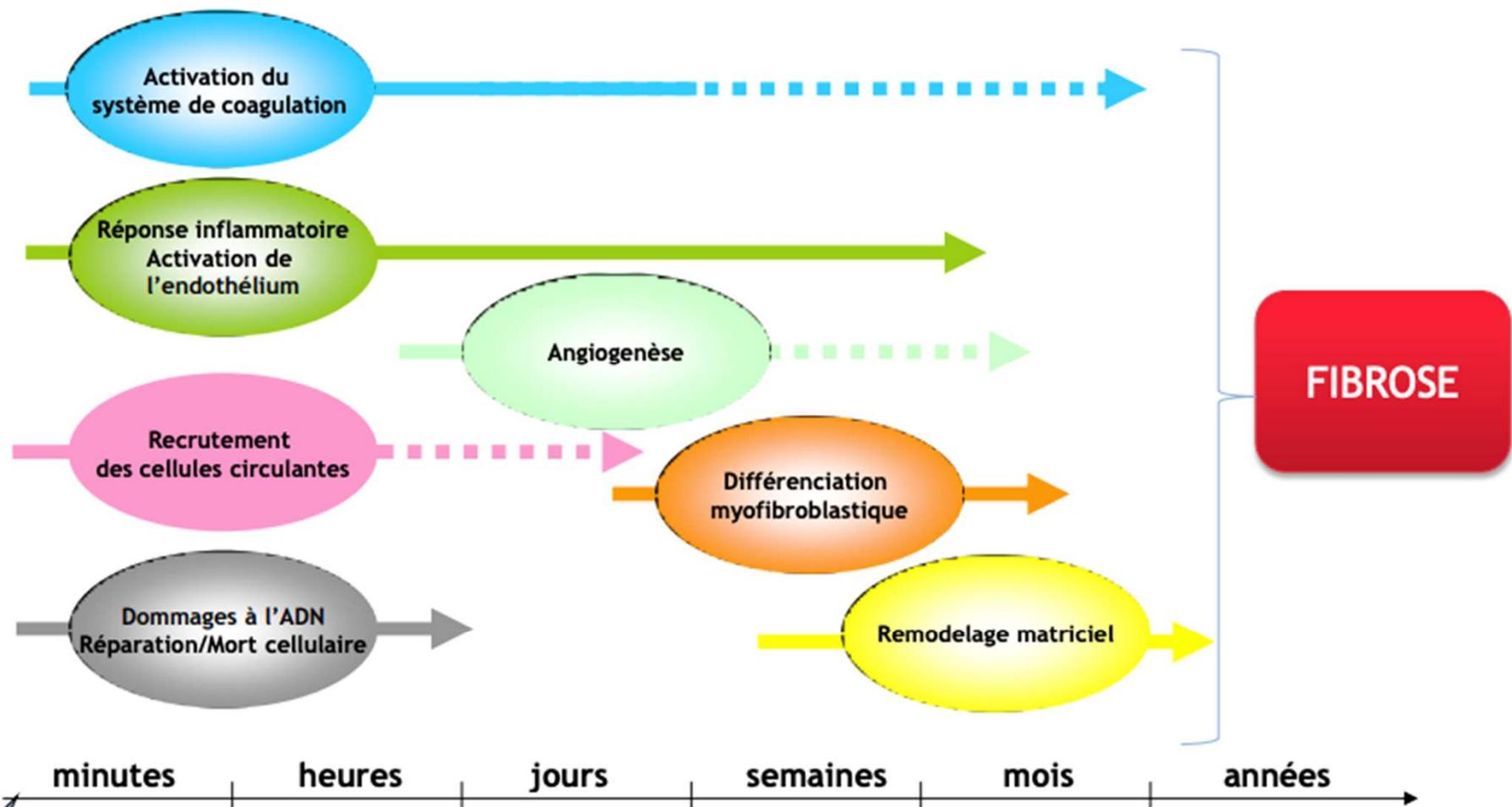
SBRT
48 Gy/4 fractions





Les lésions tissulaires radiques : un continuum d'effets

Réponse complexe
multiple - séquencée - orchestrée - intégrée



Initiation et progression des lésions radio-induites aux fortes doses

Complications digestives

- Immédiates
 - Quasi constantes, modérées, impact limité
 - Troubles du transit
 - Douleurs abdo, sd rectal, selles glaireuses et faux besoins
 - Disparaît en qq semaines
- Tardives
 - 7 à 10 % grade 1 et 2
 - 3,5 % grade 3
 - 0,5 % grade 4

SOMA LENT

Grade 1 : aucun changement.

Grade 2 : diarrhées légères ; quelques douleurs coliques ; moins de 5 selles par jour ; selles glaireuses.

7 à 10 %

Grade 3 : diarrhées modérées ; plus de 5 selles par jour ; rectite glaireuse ou hémorragique.

3,5 %

Grade 4 : obstruction ou rectorragie nécessitant une chirurgie.

0,5 %

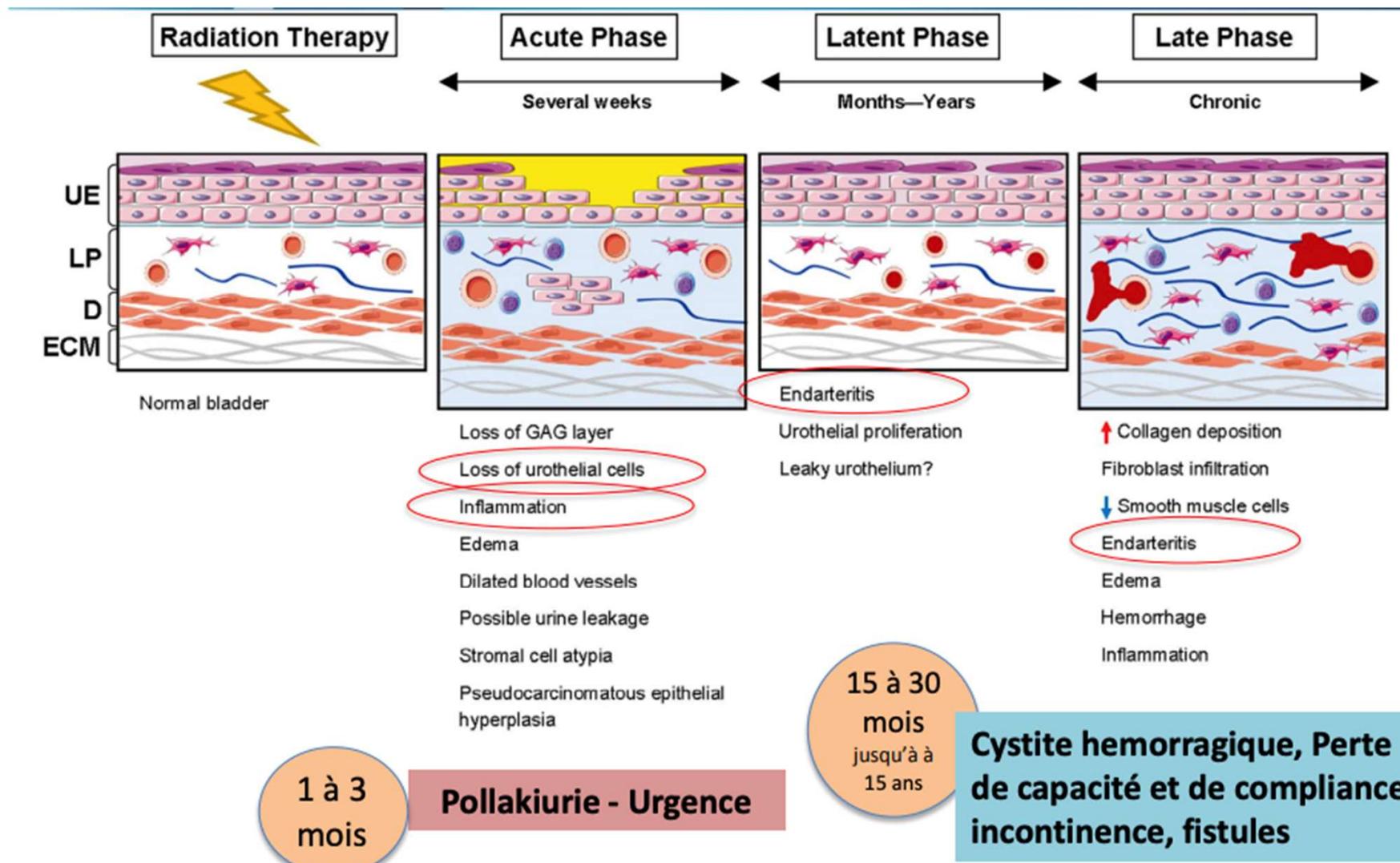
Grade 5 : nécrose, perforation, fistule.

Facteurs favorisants

- ATCD
 - Chirurgie digestive
 - Obésité, diabète, HTA
- Facteurs
 - Volume
 - Dose
 - **Technique conformationnelle ou stéréotaxique**
Dearnaley Dp, Khoo Vs, Norman Ar, Meyer L, Nahum A, Tait D, Yarnold J, Horwich A. Comparison of radiation side-effects of conformal and conventional radiotherapy in prostate cancer: a randomised trial. Lancet 1999; 353 : 267-72.

Les complications urinaires

- Incontinence
 - Différer de 3 mois la radiothérapie
 - Aggravée par: dose, âge, volume prostate, dysfonction vésicale avant radioT
- Hématurie
 - Rechercher IU
 - Cystoscopie recherche tumeur



1 à 3 mois

Pollakiurie - Urgence

15 à 30 mois jusqu'à à 15 ans

Cystite hémorragique, Perte de capacité et de compliance, incontinence, fistules

Tableau II. Cystite radique : critères tardifs de toxicité génito-urinaire RTOG/EORTC.

Grade 0 asymptomatique

Grade 1

Dysurie : légère

Hématurie : microscopique

Fréquence : / 2 h

Grade 2

Dysurie : modérée

Hématurie : intermittente

Fréquence : / 1 h

Grade 3

Dysurie : sévère

Hématurie : fréquente

chirurgie mineure e.g. coagulation

Fréquence : / 0,5 h

Capacité vésicale : réduction, 150 cc

Grade 4

Hématurie : cystite hémorragique sévère

Capacité vésicale : vessie rétractée (< 100 cc)

Tableau 1 SOMA^a score (simplifié).

	Grade 1	Grade 2	Grade 3	Grade 4	Grade 5
Hématurie, Hb (g/dl)Fer	Occasionnelle ou microscopique	Intermittente, Hb > 13	Persistante, Hb < 13 et/ou sidéropénie	Permanente, transfusion	Cystectomie d'hémostase ou de confort
Obstruction vésicale	Occasionnelle	Intermittente	Sondage intermittent	Sondage permanent	Décès

Hb : hémoglobine. L'évaluation de la toxicité se fait en quatre parties ; S : subjectif : ce sont les symptômes perçus par le patient ; O : objectif : c'est la morbidité évaluée par le clinicien ; M : *management* : ce sont les traitements entrepris pour lutter contre les symptômes ; A : analytique : examens paracliniques permettant une évaluation de la fonction tissulaire.

^a Cette classification est le résultat d'un travail commun de l'*European organisation for research and treatment of cancer* (EORTC) et du *radiation therapy oncology group* (RTOG).

Utilisation radiothérapie conformationnelle vs conventionnelle

37 % vs 56 % RTOG grade 1

15 % vs 5 % RTOG grade 2

Table 1 | RTOG/EORTC grading of hematuria events

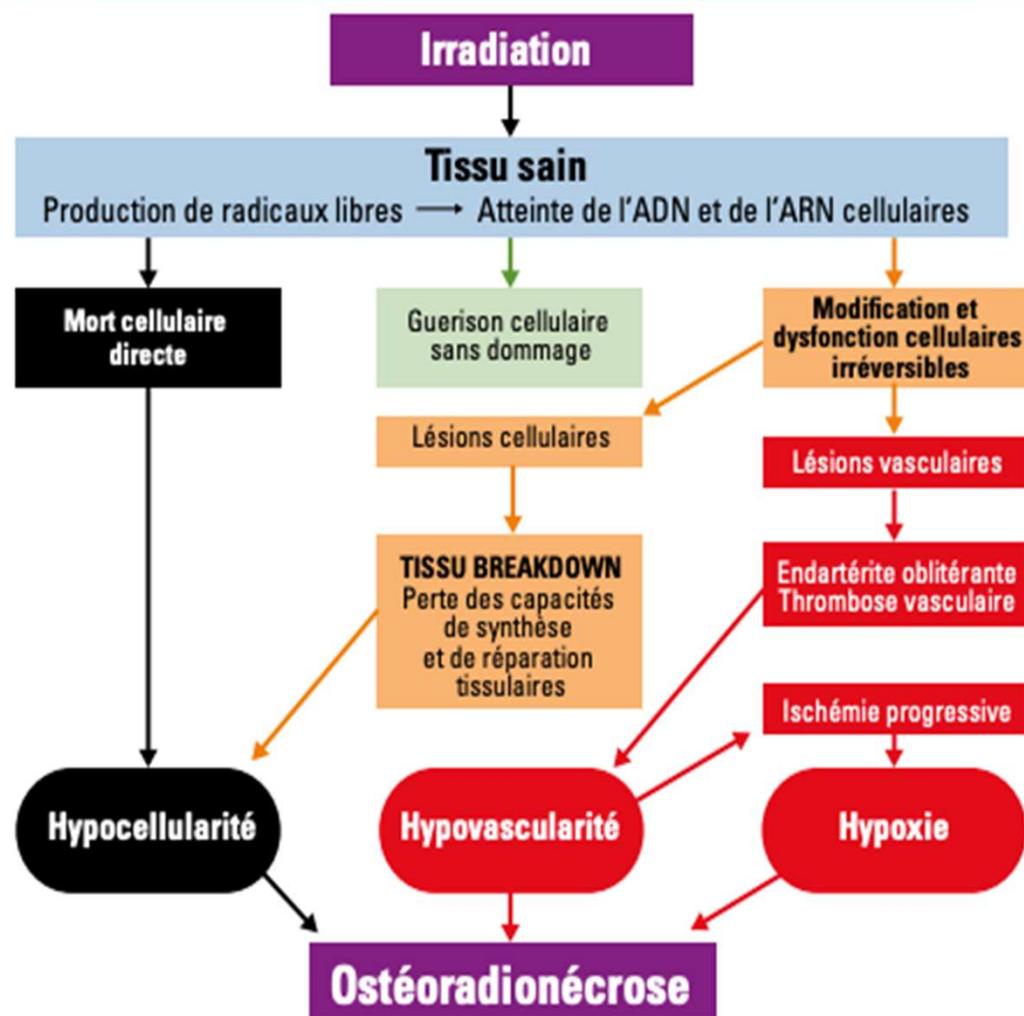
Hematuria morbidity	Grade 1	Grade 2	Grade 3	Grade 4	Grade 5
Acute hemorrhagic radiation cystitis (RTOG scale)	NA	NA	Gross hematuria with or without clot passage	Hematuria requiring transfusion	Death from uncontrolled hematuria
Late hemorrhagic radiation cystitis (RTOG/EORTC scale)	Minor telangiectasia (microscopic hematuria)	Generalized telangiectasia (macroscopic hematuria)	Severe generalized telangiectasia (macroscopic hematuria)	Severe hemorrhagic cystitis	Death from uncontrolled hematuria

Abbreviations: EORTC, European Organisation for Research and Treatment of Cancer; RTOG, Radiation Therapy Oncology Group.

Ostéoradionécrose

- Incidence: 5 à 15 %
- Définition:
 - retard de cicatrisation d'une nécrose ischémique radioinduite
 - Clinique: os dévitalisé, exposé à travers muqueuse, absence de cicatrisation >3 mois
- Physiopathologie
 - Lésions vasculaires et cellulaire

Figure 1: Hypothèse physiopathologique de l'ORN selon Marx (Marx et al., 1983).



	Grade 1	Grade 2	Grade 3	Grade 4
S ubjective				
1) Douleur	Minime et occasionnelle	Tolérable et intermittente	Persistante et intense	Réfractaire et atroce
2) Mastication		Difficile pour les solides	Difficile pour les aliments mous	
3) Usure dentaire		Pertes dentaires	Dents inutilisables	
4) Trismus	Existant mais non quantifiable	Perturbe l'alimentation normale	Difficultés alimentaires importantes	Alimentation orale impossible
O bjective				
5) Exposition osseuse		Moins de 2 cm	Plus de 2 cm ou séquestre	Fracture
6) Trismus		Ouv. Buccale entre 1 et 2 cm	Ouv. Buccale entre 0,5 et 1 cm	Ouv. Buccale inférieure à 0,5 cm
M anagement				
7) Douleur	Non-opiacé occasionnel	Non-opiacé régulier	Opiacé régulier	Intervention chirurgicale ou résection
8) Exposition osseuse		Antibiothérapie	Débridement / HBO	Résection chirurgicale
9) Trismus et mastication		Régime mou	Régime liquide, antibiotiques, myorelaxants	SNG, gastrostomie
LENT Score : grader les 9 critères SOM de 0 à 4 (0= pas de toxicité), additionner les différents chiffres et diviser par 9				
A nalytic (answer by Yes or No and date)				
Panoramique dentaire	Normal ou modifications discutables	Ostéoporose (opacité) Ostéosclérose (hyperclarté)	Séquestre	Fracture
TDM Massif facial	Arguments pour une progression de la nécrose			

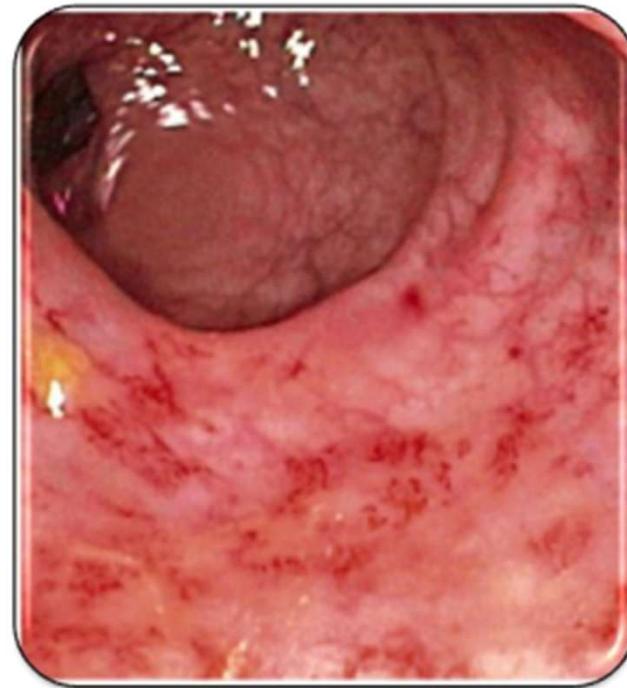




Effets de l'OHB

- Effet **hyperoxie** et **rhéologie**
 - Corrige hypoxie, ↗O₂ dissous
 - ↗ déformabilité GR
- Effet **microcirculatoire**
 - VC hyperoxique, redistribution zones hypoxiques
- Effet **anti infectieux`**
 - Bactéricidie, restaure phagocytose, potentialise ATB
- Effet **procicatrisant**
 - Collagène et fibroblastes

Rectites radiques et OHB



Hyperbaric Oxygen Treatment of Chronic Refractory Radiation Proctitis: A Randomized and Controlled Double-Blind Crossover Trial With Long-Term Follow-Up

Richard E. Clarke, C.H.T.   • L. M. Catalina Tenorio, M.D. • James R. Hussey, Ph.D. • ...
Sylvia D. Rodrigues, M.D. • Robert J. Long, M.D. • Margaret B. Walker, M.D. • Show all authors

Results

Of 226 patients assessed, 150 were entered in the study and 120 were evaluable. After the initial allocation, the mean SOMA-LENT score improved in both groups. For Group 1, the mean was lower ($p = 0.0150$) and the amount of improvement nearly twice as great (5.00 vs. 2.61, $p = 0.0019$). Similarly, Group 1 had a greater portion of responders per clinical assessment than did Group 2 (88.9% vs. 62.5%, respectively; $p = 0.0009$).

Significance improved when the data were analyzed from an intention to treat perspective ($p = 0.0006$). Group 1 had a better result in the quality of life bowel bother subscale. These differences were abolished after the crossover.

Groupe 1 :2 ATA O2

Groupe 2: 1ATA air

Does Hyperbaric Oxygen Administration Decrease Side Effect and Improve Quality of Life after Pelvic Radiation?

Suyanto Sidik*, Daldiyono Hardjodisastro**, Rianto Setiabudy***, Soehartati Gondowiardjo****

Table 4. First Evaluation Before HBOT

Variable	Group	
	HBO (mean \pm SD)	Control (mean \pm SD)
K-1	73.8 \pm 6.0	74.6 \pm 8.3
Lent-1	7.7 \pm 2.0	6.8 \pm 2.3

K-1 : Quality of life before intervention
Lent-1: Side effect before intervention

Table 5. Quality of Life and Side Effect Soon After Intervention and on 6 Months

Variable	Group		P
	HBO	Control	
Δ K 21 (%)	19.67 \pm 9.64	4.53 \pm 10.74	<u><0.001</u>
Δ K 31 (%)	15.27 \pm 14.74	2.47 \pm 16.11	0.007
Δ Lent 12 (%)	44.12 \pm 28.22	0.71 \pm 30.16	<u><0.001</u>
Δ Lent 13 (%)	33.64 \pm 57.64	-19.69 \pm 69.44	0.008

Δ K 21 = ratio of quality of life before and soon after intervention

Δ K 31 = ratio of quality of life before and soon after 6 months of intervention

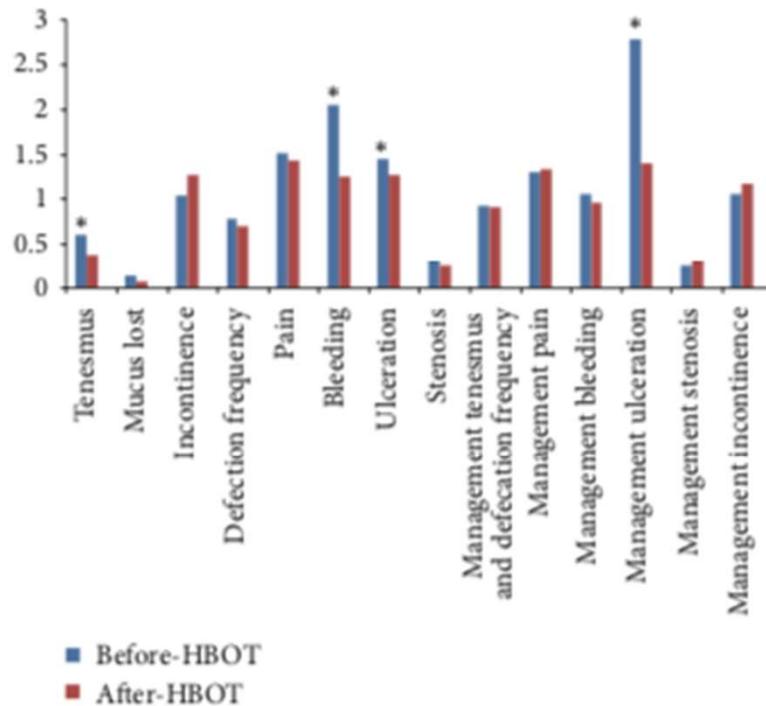
Δ Lent 12 = ratio of side effect before and soon after intervention

Δ Lent 13 = ratio of side effect before and soon after 6 months of intervention

Clinical Study

Pelvic Radiation Disease Management by Hyperbaric Oxygen Therapy: Prospective Study of 44 Patients

Mehdi Ouaïssi,^{1,2,3} Stephanie Tran,^{1,2,3} Diane Mege,^{1,2,3} Vivien Latrasse,^{1,2,3}
Alain Barthelemy,⁴ Nicolas Pirro,¹ Philippe Grandval,⁵ James Lassey,² Igor Sielezneff,^{1,2}
Bernard Sastre,^{1,2,3} and Mathieu Coulange^{1,4}



LIR résistants aux traitements conventionnels
Baisse du score SOMA-LENT 59 % p<0,05
35 séances, évaluation 6 mois

FIGURE 1: Median score for SOMA-LENT before HBOT versus SOMA-LENT after HBOT per patient and per symptom. *P < 0.05. HBOT: hyperbaric oxygen therapy. Managing bleeding: patient required instrumental and/or blood transfusion Bleeding: patients with acute rectorrhagia.

Study or Subgroup	HBOT		Control		Weight	Risk Ratio	Risk Ratio
	Events	Total	Events	Total		M-H, Fixed, 95% CI	M-H, Fixed, 95% CI
2.1.1 Proctitis							
Clarke 2008	5	64	0	56	100.0%	9.65 [0.55, 170.66]	
Subtotal (95% CI)		64		56	100.0%	9.65 [0.55, 170.66]	
Total events	5		0				
Heterogeneity: Not applicable							
Test for overall effect: Z = 1.55 (P = 0.12)							

Traitement

- OHB Toulouse à partir du grade 3 ou échec tt med
 - 40 séances (20 J) -2,5 ATA-90 min
 - Pause 1 mois
 - 20 séances (10J) -2,5 ATA-90 min

SOMA LENT

Grade 1 : aucun changement.

Grade 2 : diarrhées légères ; quelques douleurs coliques ; moins de 5 selles par jour ; selles glaireuses.

7 à 10 %

Grade 3 : diarrhées modérées ; plus de 5 selles par jour ; rectite glaireuse ou hémorragique.

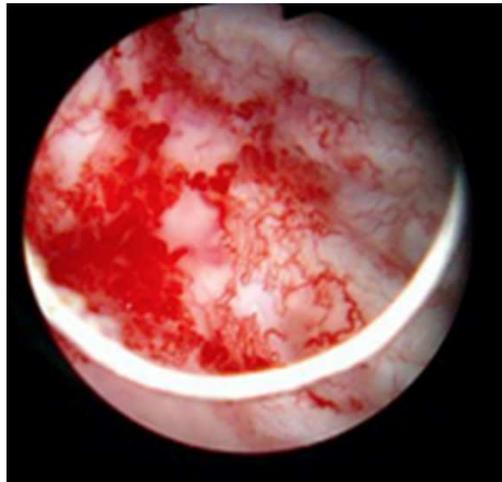
3,5 %

Grade 4 : obstruction ou rectorragie nécessitant une chirurgie.

0,5 %

Grade 5 : nécrose, perforation, fistule.

Cystites radiques et OHB



Hyperbaric oxygen treatment for haemorrhagic radiation cystitis

R F M Bevers, D J Bakker, K H Kurth

20 séances
3 ATA
90 min
Suivi 13 mois

Haematuria* (Initial)	Result of HBO†			
	Good	Moderate	No effect	
Slight	9	1	—	10
Moderate	9	3	—	12
Severe	12	3	3	18
Total	30	7	3	n=40

*See text. †Good=no haematuria; moderate=occasional slight haematuria.

Table 3: HBO and severity of haemorrhagic cystitis

In this study, bladder preservation (in regard to cystectomy for recurrent severe haematuria) was achieved in 36 patients. HBO deserves a position in the treatment of radiation-induced haemorrhagic cystitis and should not be reserved only for severely affected and conventional therapy-resistant patients only.

TABLE 2 Improvement rate after treatment in the HA and HBO groups

Time after treatment (months)	Improvement rate	
	HA	HBO
6		
CR	14/16*	15/20*
PR	16/16*	19/20*
12		
CR	12/16*	10/20*
PR	15/16*	17/20*
18		
CR	8/16*	9/20*
PR	12/16*	15/20*

* $P > 0.05$. The P value was determined using Fisher's exact test for proportions. It refers to the comparison before and after treatment in the HA and HBO groups.

Groupe OHB

2, 5 ATA

60 min

30 séances

Suivi 18 mois

Groupe instillation:

1/S, puis tous les mois/3mois



Radiation-induced cystitis treated with hyperbaric oxygen therapy (RICH-ART): a randomised, controlled, phase 2–3 trial

Nicklas Oscarsson, Bernd Müller, Anders Rosén, Pär Lodding, Johan Mölne, Daniel Giglio, Karin M Hjelle, Guro Vaagbø, Ole Hyldegaard, Michael Vangedal, Lisbeth Salling, Anders Kjellberg, Folke Lind, Otto Ettala, Olli Arola, Helén Seeman-Lodding

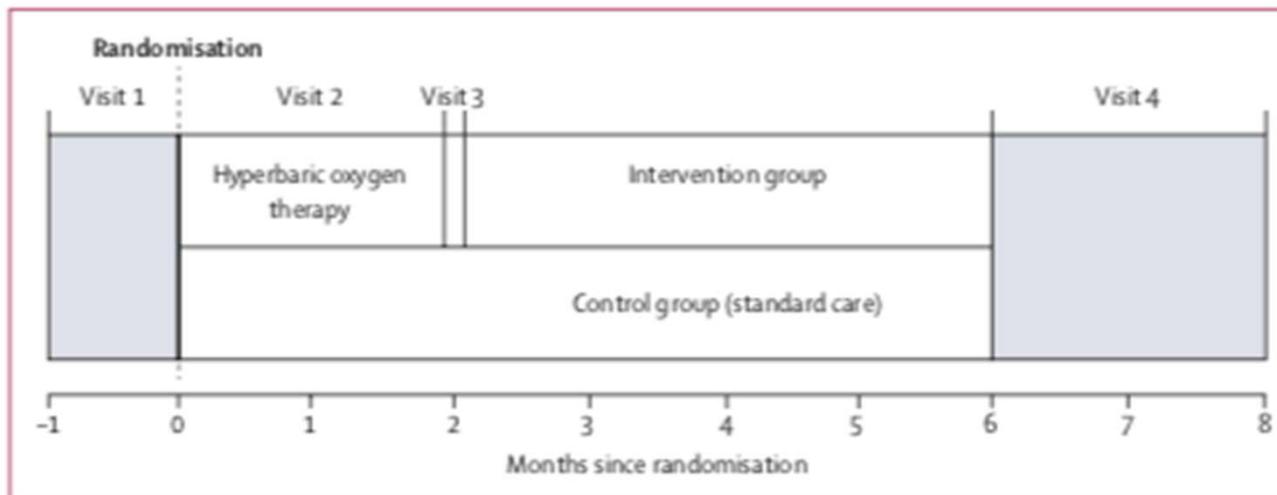
Summary

Lancet Oncol 2019; 20: 1602–14

Published Online

Background Late radiation cystitis is an adverse effect of cancer treatment with radiotherapy in the pelvic region. Symptoms of late radiation cystitis can be assessed with the Expanded Prostate Index Composite Score (EPIC)

2,4 ATA
80-90 min
1 séance /J
6 mois





Radiation-induced cystitis treated with hyperbaric oxygen therapy (RICH-ART): a randomised, controlled, phase 2–3 trial

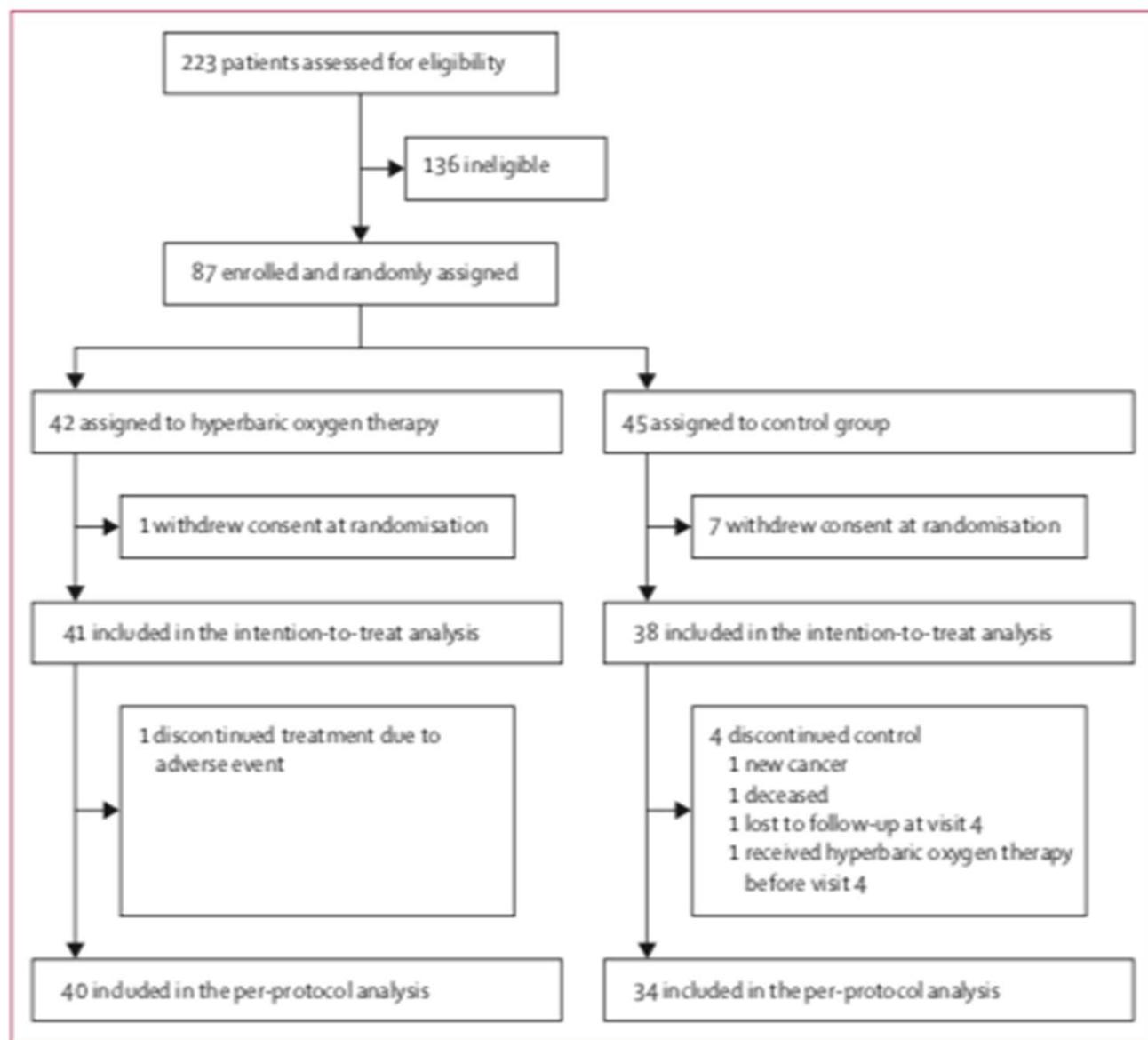
Nicklas Oscarsson, Bernd Müller, Anders Rosén, Pär Lodding, Johan Mölne, Daniel Giglio, Karin M Hjelle, Guro Vaagbø, Ole Hyldegaard, Michael Vangedal, Lisbeth Salling, Anders Kjellberg, Folke Lind, Otto Ettala, Olli Arola, Helén Seeman-Lodding

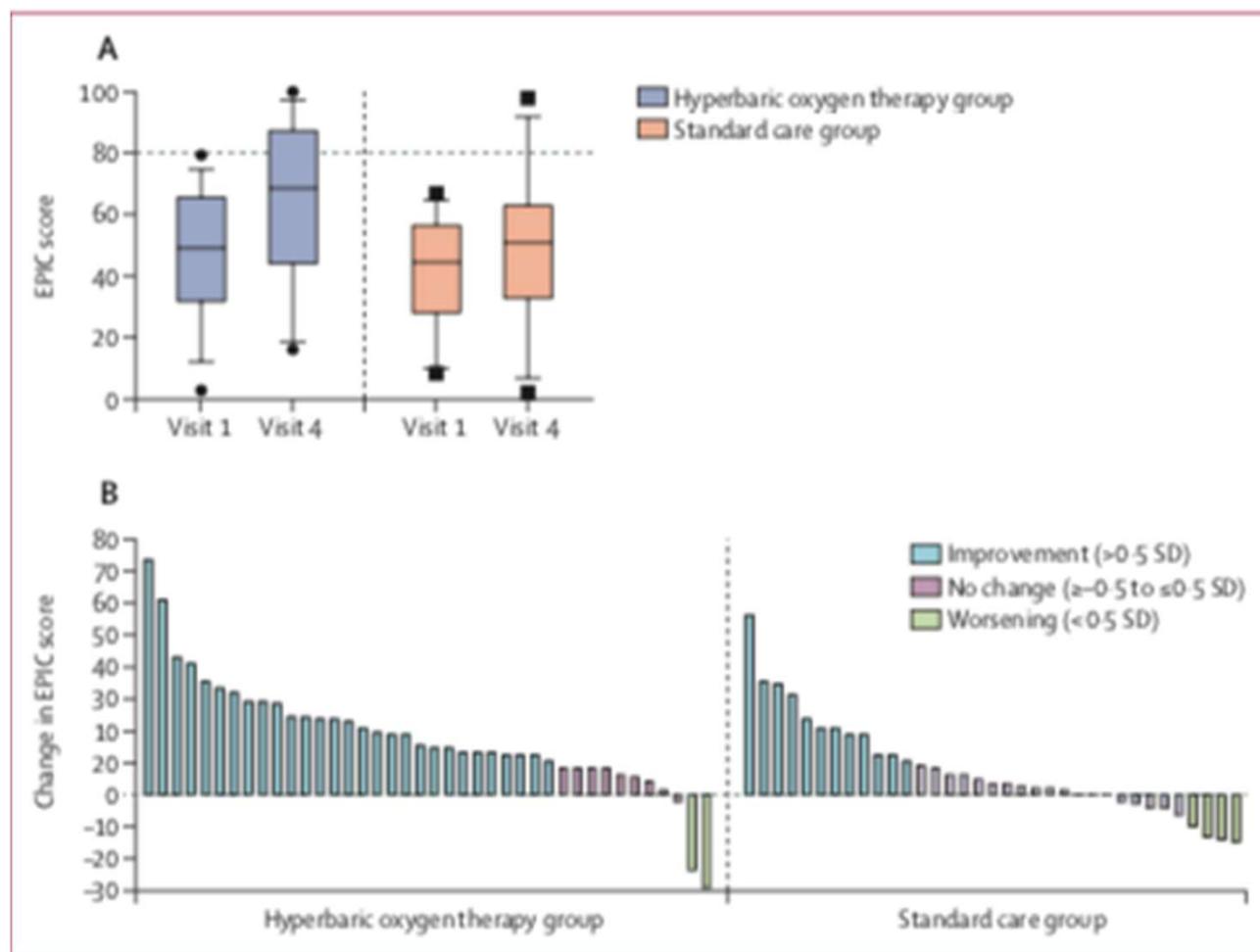
Summary

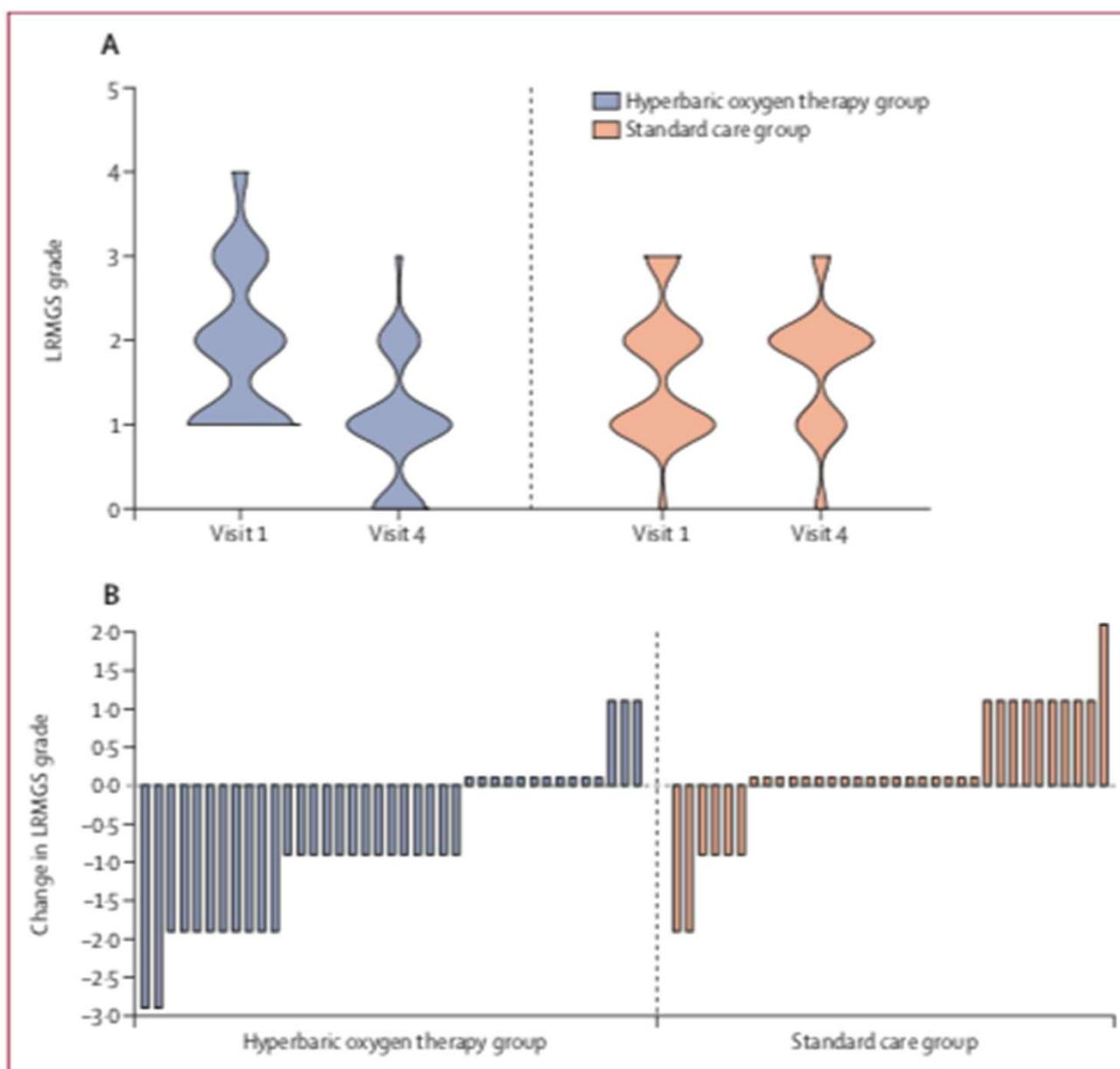
Lancet Oncol 2019; 20: 1602–14
Published Online

Background Late radiation cystitis is an adverse effect of cancer treatment with radiotherapy in the pelvic region. Symptoms of late radiation cystitis can be assessed with the Expanded Prostate Index Composite Score (EPIC)

To conclude, our study shows a beneficial effect of hyperbaric oxygen therapy for late radiation cystitis on several urological symptoms and quality of life in both female and male patients. The treatment was safe and well tolerated. Hyperbaric oxygen therapy seems to have a place among treatment options for radiation-induced organ complications which until now has been limited to symptomatic modalities. New radiation modalities might also increase demand for therapies for radiotherapy-induced side-effects.³² Further studies of microscopic changes and long-term effects are expected to answer some remaining questions.







	Hyperbaric oxygen therapy group (n=41)	Standard care group (n=38)
Patients with any adverse event	17 (41%)	1 (3%)
Grade 1-2	17 (41%)	0
Ear: ear pain	6 (15%)	0
Eye: myopia	5 (12%)	0
Injury: barotrauma	4 (10%)	0
Grade 3-4	0	0
Grade 5	0	1 (3%)
Cardiac: cardiac failure	0	1 (3%)

Adverse events are sorted by grade and organ class (MeDRA preferred term). Adverse events of grade 1-2 are only listed for the respective organ class if they affected 10% or more of the patients in either group. All grade 3-5 adverse events are listed. Only serious adverse events were recorded for the standard care group.

Table 3: Adverse events

Expanded Prostate Cancer Index Composite for Clinical Practice (EPIC-CP)

A Clinical Tool to Measure Urinary, Bowel, Sexual and Vitality/Hormonal Health Date: ____/____/____

Patients: Please answer the following questions by checking the appropriate checkbox. All questions are about your health and symptoms in the **LAST FOUR WEEKS**. Select one answer for each question.

1. Overall, how much of a problem has your urinary function been for you?

- No problem Very small problem Small problem Moderate problem Big problem

2. Which of the following best describes your urinary control?

- 0 Total control 1 Occasional dribbling 2 Frequent dribbling 4 No urinary control _____

3. How many pads or adult diapers per day have you been using for urinary leakage?

- 0 None 1 One pad per day 2 Two pads per day 4 Three or more pads per day _____

4. How big a problem, if any, has urinary dripping or leakage been for you?

- 0 No problem 1 Very small problem 2 Small problem 3 Moderate problem 4 Big problem _____

CLINICIANS: ADD the answers from questions 2-4 to calculate the Urinary Incontinence Symptom Score (out of 12):

5. How big a problem, if any, has each of the following been for you?

- | | No problem | Very small problem | Small problem | Moderate problem | Big problem |
|--|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|
| a. Pain or burning with urination _____ | 0 <input type="checkbox"/> | 1 <input type="checkbox"/> | 2 <input type="checkbox"/> | 3 <input type="checkbox"/> | 4 <input type="checkbox"/> |
| b. Weak urine stream/incomplete bladder emptying _____ | 0 <input type="checkbox"/> | 1 <input type="checkbox"/> | 2 <input type="checkbox"/> | 3 <input type="checkbox"/> | 4 <input type="checkbox"/> |
| c. Need to urinate frequently _____ | 0 <input type="checkbox"/> | 1 <input type="checkbox"/> | 2 <input type="checkbox"/> | 3 <input type="checkbox"/> | 4 <input type="checkbox"/> |

CLINICIANS: ADD the answers from questions 5a-5c to calculate the Urinary Irritation/Obstruction Symptom Score (out of 12):

6. How big a problem, if any, has each of the following been for you?

- | | No problem | Very small problem | Small problem | Moderate problem | Big problem |
|--|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|
| a. Rectal pain or urgency of bowel movements _____ | 0 <input type="checkbox"/> | 1 <input type="checkbox"/> | 2 <input type="checkbox"/> | 3 <input type="checkbox"/> | 4 <input type="checkbox"/> |
| b. Increased frequency of your bowel movements _____ | 0 <input type="checkbox"/> | 1 <input type="checkbox"/> | 2 <input type="checkbox"/> | 3 <input type="checkbox"/> | 4 <input type="checkbox"/> |
| c. Overall problems with your bowel habits _____ | 0 <input type="checkbox"/> | 1 <input type="checkbox"/> | 2 <input type="checkbox"/> | 3 <input type="checkbox"/> | 4 <input type="checkbox"/> |

CLINICIANS: ADD the answers from questions 6a-6c to calculate the Bowel Symptom Score (out of 12):

7. How would you rate your ability to reach orgasm (climax)?

- 0 Very good 1 Good 2 Fair 3 Poor 4 Very poor to none _____

8. How would you describe the usual quality of your erections?

- 0 Firm enough 1 Firm enough for masturbation and foreplay only 2 Not firm enough for any sexual activity 4 None at all _____

9. Overall, how much of a problem has your sexual function or lack of sexual function been for you?

- 0 No problem 1 Very small problem 2 Small problem 3 Moderate problem 4 Big problem _____

CLINICIANS: ADD the answers from questions 7-9 to calculate the Sexual Symptom Score (out of 12):

10. How big a problem, if any, has each of the following been for you?

- | | No problem | Very small problem | Small problem | Moderate problem | Big problem |
|---|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|
| a. Hot flashes or breast tenderness/enlargement _____ | 0 <input type="checkbox"/> | 1 <input type="checkbox"/> | 2 <input type="checkbox"/> | 3 <input type="checkbox"/> | 4 <input type="checkbox"/> |
| b. Feeling depressed _____ | 0 <input type="checkbox"/> | 1 <input type="checkbox"/> | 2 <input type="checkbox"/> | 3 <input type="checkbox"/> | 4 <input type="checkbox"/> |
| c. Lack of energy _____ | 0 <input type="checkbox"/> | 1 <input type="checkbox"/> | 2 <input type="checkbox"/> | 3 <input type="checkbox"/> | 4 <input type="checkbox"/> |

CLINICIANS: ADD the answers from questions 10a-10c to calculate the Vitality/Hormonal Symptom Score (out of 12):

CLINICIANS: Add the five domain summary scores to calculate the Overall Prostate Cancer QOL Score (out of 60):

A downloadable version of EPIC-CP can be found at <http://www.bidmc.org/epic>

Tableau 6 Principales études du traitement par OHB de la cystite radique.

Année	Études	Nombre de patients	Nombre de séances OHB	Mode OHB	Suivi	Réponse totale ou partielle
1989	Rijkmans et al. [14]	10	26 (20–40)	3 ATA, 90 min/session	7 mois	60 % (réponse totale)
1993	Norkool et al. [15]	14	28		23 mois	71 %
1994	Weiss et al. [16]	13	51	2 ATA, 120 min/session	30 mois	92 %
1995	Bevers et al. [7] ^a	40	22 (20–40)	3 ATA ; 90 min/sessions	23 mois	92 %
1998	Del Pizzo et al. [17]	11	40 (28–64)	2 ATA, 90 min/sessions	30 mois	73 %
1999	Mathews et al. [18]	17	14	2 à 2,5 ATA, 90 min	21 mois	64 %
2003	Corman et al. [19]	57	33	2,4 ATA, 90 min/sessions	18 mois	86 %
2005	Chong et al. [13]	60	33 (9–63)	2,36 ATA, 90 min	12 mois	80 %
2005	Nakada et al. [12]	24	51 (20–69)	2 ATA, 90 min	51 mois	87,5 %
2005	Neheman et al. [20]	7	30 (18–57)	2 ATA, 90 min	24 mois	100 %
2007	Yoshida et al. [21]	8	19 (10–42)	2 ATA, 90 min	15 mois	75 %
2010	Parra et al. [22]	25	37	2,2 ATA, 90 min	21 mois	100 %
2011	Vilar et al. [9] ^a	38	31,2	2–2,5 ATA, 90 min	56 mois	90 %
2012	Hampson et al. [10] ^a	44	40	2,36 ATA, 90 min		89 %
2013	Shiloy et al. [23]	32	30	2 ATA, 90 min	12 mois	84 %
2013	Oscarson et al. [8] ^a	39	36	2,4 ATA, 90 min	12 mois	76 %

^a Les études prospectives sont représentées avec un fond bleu.

Depuis conf de Lille 2015-2020

- 20 articles exploitables
- 2300 patients
- 2,5 ATA
- 90 min (60-130)
- 80 % en mono séance
- Guérison complète ou amélioration 75 %

Facteurs pronostiques d'efficacité de l'oxygénothérapie hyperbare dans le cadre de la cystite radique hémorragique



Prognostic factors of hyperbaric oxygen therapy in hemorrhagic radiation cystitis

M. Bouaziz^a, M. Genestal^b, G. Perez^b, E. Bou-Nasr^a,
I. Latorzeff^c, M. Thoulouzan^a, X. Game^a, M. Soulie^a,
J.-B. Beauval^a, E. Huyghe^{a,*}

^a Département d'urologie, CHU de Toulouse-Rangueil, 31059 Toulouse, France

^b Centre de médecine hyperbare, CHU de Toulouse-Purpan, 31059 Toulouse cedex 9, France

^c Service de radiochirurgie stéréotaxique, CHU, 31059 Toulouse cedex 9, France

Reçu le 22 juin 2016 ; accepté le 14 novembre 2016
Disponible sur Internet le 16 décembre 2016

Tableau 1 SOMA^a score (simplifié).

	Grade 1	Grade 2	Grade 3	Grade 4	Grade 5
Hématurie, Hb (g/dl)Fer	Occasionnelle ou microscopique	Intermittente, Hb > 13	Persistante, Hb < 13 et/ou sidéropénie	Permanente, transfusion	Cystectomie d'hémostase ou de confort
Obstruction vésicale	Occasionnelle	Intermittente	Sondage intermittent	Sondage permanent	Décès

Hb : hémoglobine. L'évaluation de la toxicité se fait en quatre parties ; S : subjectif : ce sont les symptômes perçus par le patient ; O : objectif : c'est la morbidité évaluée par le clinicien ; M : *management* : ce sont les traitements entrepris pour lutter contre les symptômes ; A : analytique : examens paracliniques permettant une évaluation de la fonction tissulaire.

^a Cette classification est le résultat d'un travail commun de l'*European organisation for research and treatment of cancer* (EORTC) et du *radiation therapy oncology group* (RTOG).

Tableau 3 Lien entre l'efficacité à 3 mois et 1 an.				
Efficacité	À 1 an		Total (n = 102)	Test χ^2
	Non (n = 19)	Oui (n = 83)		
À 3 mois				
Non	11 (78,6 %)	3 (21,4 %)	14 (13,7 %)	p < 0,001
Oui	8 (9,1 %)	80 (90,9 %)	88 (86,3 %)	p < 0,001

134 patients

Efficacité à 3 mois : 83%

Efficacité à 12 mois 81%

Efficacité 3 mois prédit efficacité 12 mois (p<0,0001)

Tableau 4 Facteurs prédictifs à 3 mois.

Facteurs prédictifs	Patients (n)	Efficacité (n)	Échec (n)	<i>p</i>
Prostatectomie radicale + radiothérapie	74	63	11	<i>p</i> = 0,32
Radiothérapie 1 ^{re} (cancer de prostate)	43	33	10	<i>p</i> = 0,32
Âge patient < 70 ans	39	35	4	<i>p</i> = 0,21
Âge patient > 70 ans	95	76	19	<i>p</i> = 0,21
OMS 0	100	89	11	<i>p</i> = 0,0014
OMS 1	30	21	9	<i>p</i> = 0,0014
OMS 2	4	1	3	<i>p</i> = 0,0014
Traitement anticoagulant	59	45	14	<i>p</i> = 0,1
Absence de traitement	75	66	9	<i>p</i> = 0,1

Tableau 5 Facteurs prédictifs à 1 an.

Facteurs prédictifs	Patients (n)	Efficacité (n)	Échec (n)	p
<i>Prostatectomie radicale + radiothérapie</i>	59	50	9	$p = 0,26$
<i>Radiothérapie 1^{re} (cancer de prostate)</i>	31	23	8	$p = 0,26$
<i>Âge patient < 70 ans</i>	30	27	3	$p = 0,17$
<i>Âge patient > 70 ans</i>	72	56	16	$p = 0,17$
<i>OMS 0</i>	77	71	6	$p < 0,0001$ (exact)
<i>OMS 1</i>	23	11	12	$p < 0,0001$ (exact)
<i>OMS 2</i>	2	1	1	$p < 0,0001$ (exact)
<i>Traitement anticoagulant</i>	42	28	14	$p = 0,002$
<i>Absence de traitement</i>	60	55	5	$p = 0,002$
<i>1^{er} hématurie → OHB</i>				
≤ 6 mois	33	26	7	$p = 0,78$
≥ 6 mois	69	57	12	$p = 0,78$

Effets secondaires urologiques précoces et tardifs radio-induits

CYSTITES RADIQUES PRECOCES ET TARDIVES (5)

Traitement de l'HEMATURIE :

au cas par cas, du moins au plus invasif,

par une équipe expérimentée aux prises en charge en terrain irradié (accord d'expert)

▪ **A réaliser immédiatement :**

- **hyperhydratation pour hyperdiurèse** : maintenir une diurèse d'au moins 1,5 L/jour
- **drainage vésical** double courant avec lavage au sérum physiologique ± lavage à l'eau glacé
- **endoscopie vésicale** pour décaillotage si nécessaire et électrocoagulation **élective** de la zone vésicale hémorragique ± vaporisation laser [Kaushik, 2012 ; Zhu, 2013 ; Talab, 2014]
- **± instillation vésicale continue à l'Alun de potassium 1 %** avec 3 à 12 litres (vasoconstriction paroi vésicale) sous contrôle urologique. Pas de nécessité d'anesthésie générale par rapport au formol ou au nitrate d'argent. Pas d'absorption par la muqueuse vésicale [Halder, 2014].

▪ **En 1^{ère} intention :**



- **oxygénothérapie hyperbare (OHB)** : d'autant plus efficace que réalisée de manière précoce. Les patients sont pratiquement tous adressés trop tardivement laissant alors penser à une inefficacité de l'OHB [Vilar, 2011 ; Nakada, 2012 ; Ollaj, 2012 ; Neheman, 2005 ; Chong, 2005 ; Bevers, 1995 ; Bui, 2004 ; Corman, 2003]

OU

- **injection intravésicale d'acide hyaluronique**

[Miodosky, 2006 ; Shao, 2012 ; Sommariva, 2010 ; Delgado, 2003 ; Samper, 2009 ; Diamantopoulos, 2004 ; Gonzalez, 2008 ; Manas, 2006].

▪ **En dernier recours :**

- **embolisation sélective, bilatérale et complète ou ligature des artères iliaques internes** [Gine, 2003 ; Palandri, 2005 ; Cho, 2008 ; Olliff 1990 ; Carmignani, 1980]
- **dérivation urinaire haute** [Pomer, 1983 ; Banerji 2014]
- **cystectomie d'hémostase** : en dernier recours en cas de rétraction vésicale réduisant la capacité vésicale fonctionnelle et en fonction du risque de dégradation du haut appareil urinaire [Brenner, 2000 ; Weiss, 1989 ; Smit, 2010 ; Perez-Mendoza, 2007].

ATTENTION au syndrome d'anémie chronique et aux troubles de la coagulation induits par l'hématurie (urokinase).

URETERE : STENOSE URETERALE (2)

- **Examens complémentaires** : objectif = éliminer une récurrence
 - dosage de la créatininémie
 - uroscanner (IRM rénale en l'absence d'injection de produits de contraste iodés possible)
 - scintigraphie rénale d'excrétion.
- **Traitements** : au cas par cas, du moins au plus invasif, par une équipe expérimentée aux prises en charge en terrain irradié (accord d'expert)
 - endoprothèse JJ
 - néphrostomie
 - dilatation endoscopique / pose de stents ALLIUM® après dilatation endoscopique
 - prothèse extra-anatomique urétérale (système DETOUR®)
 - urétéro-iléoplastie
 - réimplantation urétérovésicale ± vessie psorique si vessie mobilisable
 - néphrectomie après réimplantation urétérovésicale en dernier recours
 - un geste chirurgical devrait systématiquement être encadré par une oxygénothérapie hyperbare (OHB) (20 séances avant et au moins 10 après).
- **Suivi après radiothérapie** : clinique (douleur lombaire, infection urinaire)
 - ☞ Cf. annexes : examen tomodensitométrique en coupe axiale révélant une sténose urétérale postradique.

Protocole OHB Toulouse

- 40 séances à 2, 5 ATA, 90 min
- Pause 1 mois
- 20 séances
- 3 consultations médicales
 - Avant traitement
 - Réévaluation après 40 séances
 - Réévaluation après 20 séances

Tableau 1 SOMA^a score (simplifié).

	Grade 1	Grade 2	Grade 3	Grade 4	Grade 5
Hématurie, Hb (g/dl)Fer	Occasionnelle ou microscopique	Intermittente, Hb > 13	Persistante, Hb < 13 et/ou sidéropénie	Permanente, transfusion	Cystectomie d'hémostase ou de confort
Obstruction vésicale	Occasionnelle	Intermittente	Sondage intermittent	Sondage permanent	Décès

Hb : hémoglobine. L'évaluation de la toxicité se fait en quatre parties ; S : subjectif : ce sont les symptômes perçus par le patient ; O : objectif : c'est la morbidité évaluée par le clinicien ; M : *management* : ce sont les traitements entrepris pour lutter contre les symptômes ; A : analytique : examens paracliniques permettant une évaluation de la fonction tissulaire.

^a Cette classification est le résultat d'un travail commun de l'*European organisation for research and treatment of cancer* (EORTC) et du *radiation therapy oncology group* (RTOG).

Osteoradionecrose et OHB



Classification de Marx and MYERS

- Stade 1
 - Exposition Os <2 mm
 - +/-douleurs, trismus
 - déminéralisation
- Stade 2
 - Exposition osseuse >2 mm
- Stade 3
 - Fracture, fistule

V.SOUDAY (Angers, France)

ECHM 2016: Radionecrosis

08/03/2016

Marx RE 1994	Non blind randomized Controlled Trial	104 (52 HBOT/ 52 non HBOT)	Peri operative HBOT / achievement of continuity, restoration of alveolar bone height, restoration of osseous bulk, restoration of arch form, maintenance of bone for 18 months, restoration of facial contour	Hemi- mandibular jaw reconstructions in irradiated bed	2.4 ATA 90 min. ?/week Planned 20 sessions before surgery and 10 post surgery Final total number not reported	100% success Follow-up not reported	Favors HBOT low level of evidence (Methodology not described High risk of bias) RB1
Annane D et al. 2004	Double blind Randomized Controlled Trial	68 (31 HBOT, 37 placebo)	HBOT (alone for group A with no need a priori surgery or perioperatively for group B who need surgery) / Recovery of ORN	Mild to moderate form of ORN of the mandible (without fracture or bone reabsorption to inferior border)	2.4 ATA 90 min. 10/week 30 for group A 30 before surgery and 10 after surgery for group B Full range of the number of sessions not reported	Lower recovery in HBOT group 1 year follow-up	Against HBOT in mild to moderate ORN Moderate level of evidence Methodology flaw (inadequate multimodality Therapy approach)

Limites Annane: 1 groupe avec chirurgie et un groupe sans chirurgie, Arrêt à 63 patients sur analyse intermédiaire

Diapositive 49

RB1

en faveur

RIU Béatrice; 19/03/2021

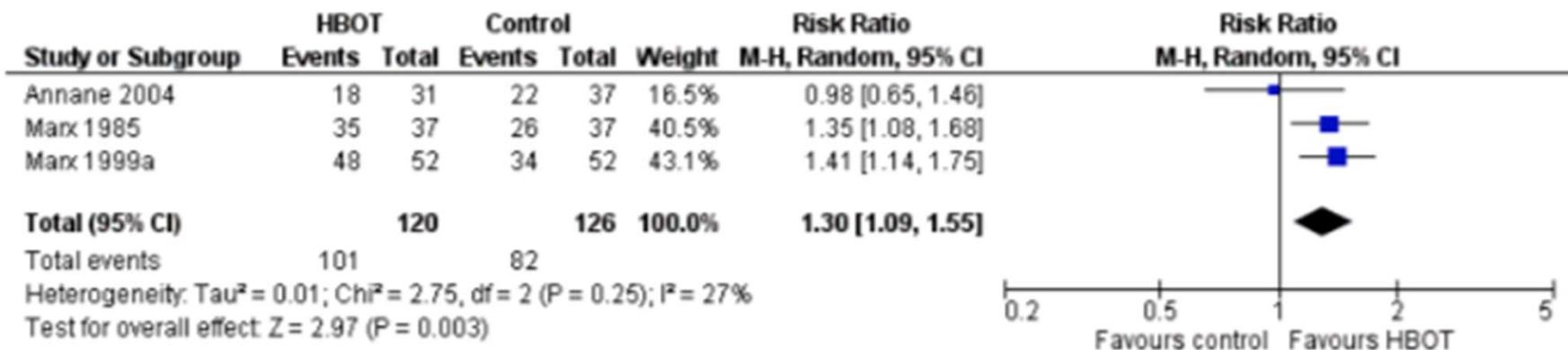


[Intervention Review]

Hyperbaric oxygen therapy for late radiation tissue injury

Michael H Bennett¹, John Feldmeier², Neil B Hampson³, Robert Smee⁴, Christopher Milross⁵

¹Department of Anaesthesia, Prince of Wales Clinical School, University of NSW, Sydney, Australia. ²Department of Radiation Oncology, Medical College of Ohio, Toledo, Ohio, USA. ³Center for Hyperbaric Medicine, Virginia Mason Medical Center, Seattle, Washington State, USA. ⁴Department of Radiation Oncology, Prince of Wales Hospital, Randwick, Australia. ⁵Radiation Oncology and Medical Services, Chris O'Brien Lifehouse, Camperdown, Australia

Figure 4. Forest plot of comparison: 8 Osteoradionecrosis, outcome: 8.1 Complete mucosal cover.

Prévention ORN

Clinical Trial

> [J Am Dent Assoc. 1985 Jul;111\(1\):49-54. doi: 10.14219/jada.archive.1985.0074.](#)

Prevention of osteoradionecrosis: a randomized prospective clinical trial of hyperbaric oxygen versus penicillin

R E Marx, R P Johnson, S N Kline

Incidence ORN

5,4% **OHB** vs 29,9% **ATB**, $p=0,005$

Table 2: Prophylaxis of ORN of the jaws with HBOT (Prospective studies or retrospective studies with > 10 patients)

Study (authors, year)	Type	Nb patients	Aim(s) / Evaluation criteria	Inclusion / Exclusion criteria	HBO protocol (pressure, time, nb of sessions/week and mean total)	Results/ Follow-up	Conclusion / comment
Heyboer M et al. 2013	Retrospective	40	Peri operative HBOT/ Healing at completion of HBOT (clinical evaluation) and at 6 months (mailing)	Dental extractions in previously irradiated head and neck	2.5 ATA 50 min. Sessions/week Planned 20/10 protocol but final mean total number not reported	0% ORN at end HBOT 15.8% ORN at 6 months follow-up	Case series. No evidence for HBOT efficacy
Hampson NB et al. 2012	Retrospective	166	Perioperative HBOT/ Combined retrospective objective and subjective findings	Oral surgical procedures involving jaw bone within a previously irradiated field	2.4 ATA 90 min. 5-11/week 30 (23-40)	92% resolved 8% improved No follow up	Case series. No evidence for HBOT efficacy
Kaur J et al. 2009	Retrospective	26	Perioperative HBOT/ Telephone interview (pain, healing of tooth sockets)	Dental extractions in previously irradiated jaws	2.4 ATA 90 min. 5/week Planned 20/10 protocol but final mean total number not reported	96% healed Follow-up not reported	Case series. No evidence for HBOT efficacy
David LA et al. 2001	Retrospective	24	Perioperative HBOT/ "Post-operative complications"	Dental extractions for "patients at risk of developing ORN"	2.4 ATA 60 min. Number/ week and total Not reported	98% healed uneventfully No ORN 10.3 months of follow-up (6 months-2.3 years)	Case series. No evidence for HBOT efficacy

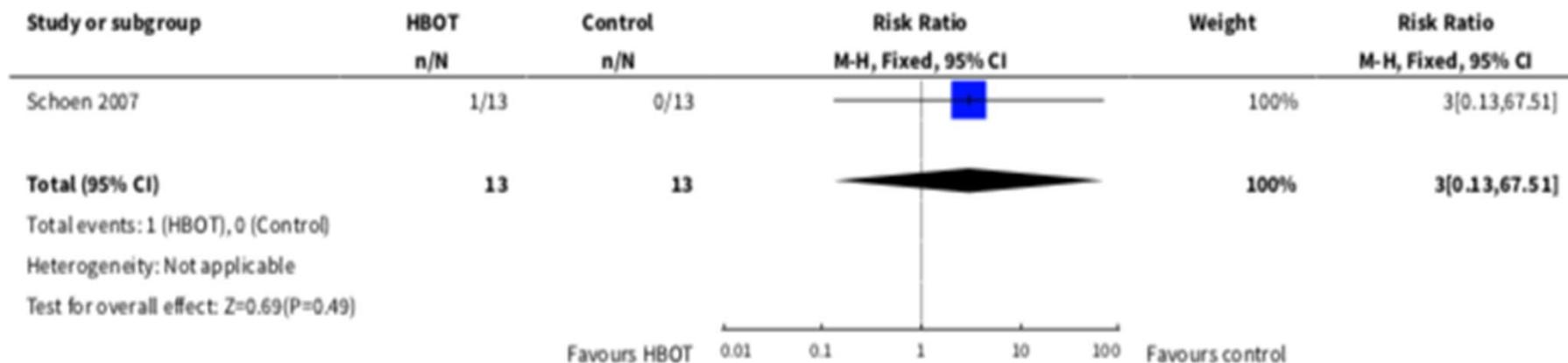
[Intervention Review]

Hyperbaric oxygen therapy for late radiation tissue injury

 Michael H Bennett¹, John Feldmeier², Neil B Hampson³, Robert Smee⁴, Christopher Milross⁵

¹Department of Anaesthesia, Prince of Wales Clinical School, University of NSW, Sydney, Australia. ²Department of Radiation Oncology, Medical College of Ohio, Toledo, Ohio, USA. ³Center for Hyperbaric Medicine, Virginia Mason Medical Center, Seattle, Washington State, USA. ⁴Department of Radiation Oncology, Prince of Wales Hospital, Randwick, Australia. ⁵Radiation Oncology and Medical Services, Chris O'Brien Lifehouse, Camperdown, Australia

Analysis 2.2. Comparison 2 Complete resolution of problem, Outcome 2 Development of osteoradionecrosis following dental implant.



Clinical Investigation

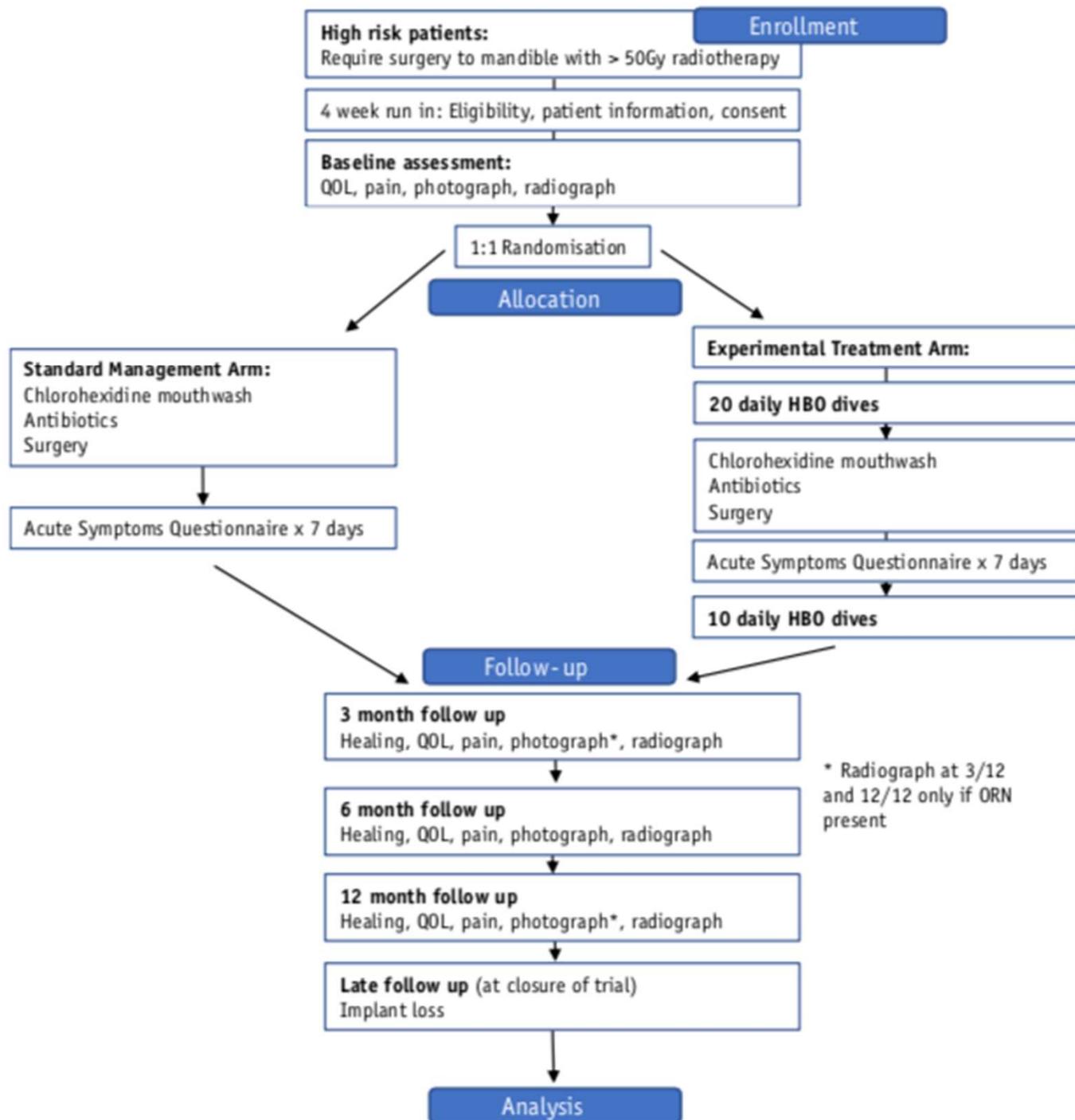
HOPON (Hyperbaric Oxygen for the Prevention of Osteoradionecrosis): A Randomized Controlled Trial of Hyperbaric Oxygen to Prevent Osteoradionecrosis of the Irradiated Mandible After Dentoalveolar Surgery



Richard J. Shaw, FRCS,* Christopher J. Butterworth, FDSRCS,†

2019

Incidence ORN
6,4% **OHB** vs 5,7% **standard**, $p=0,005$



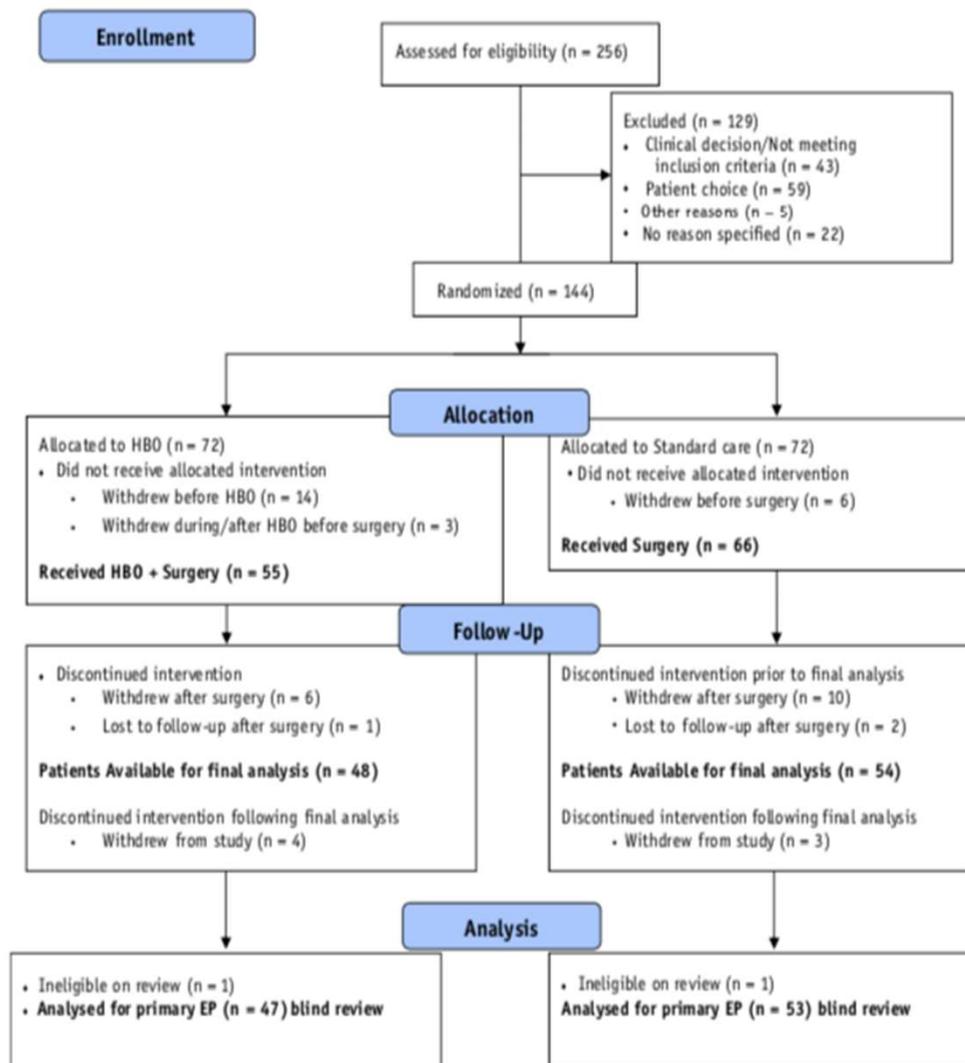
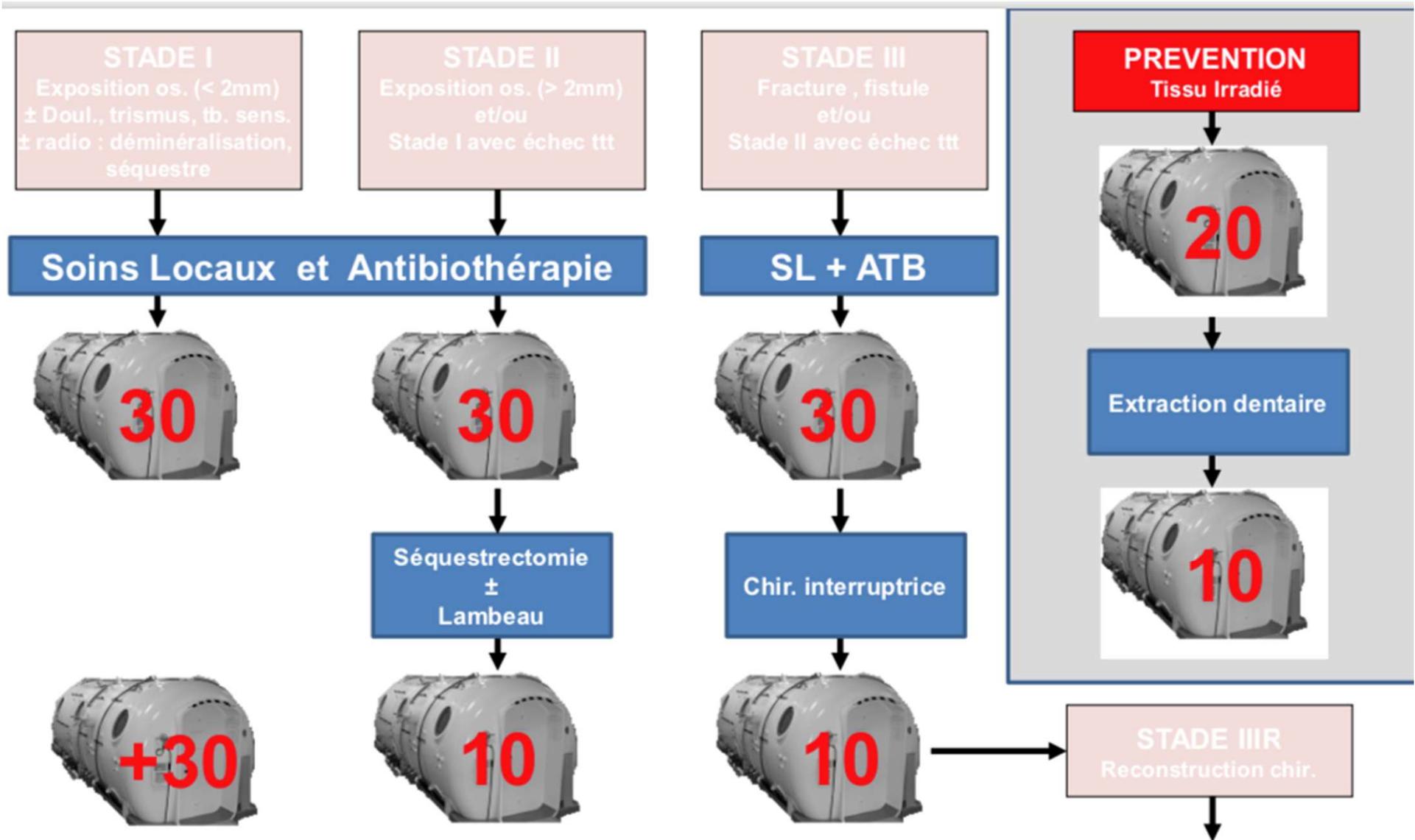
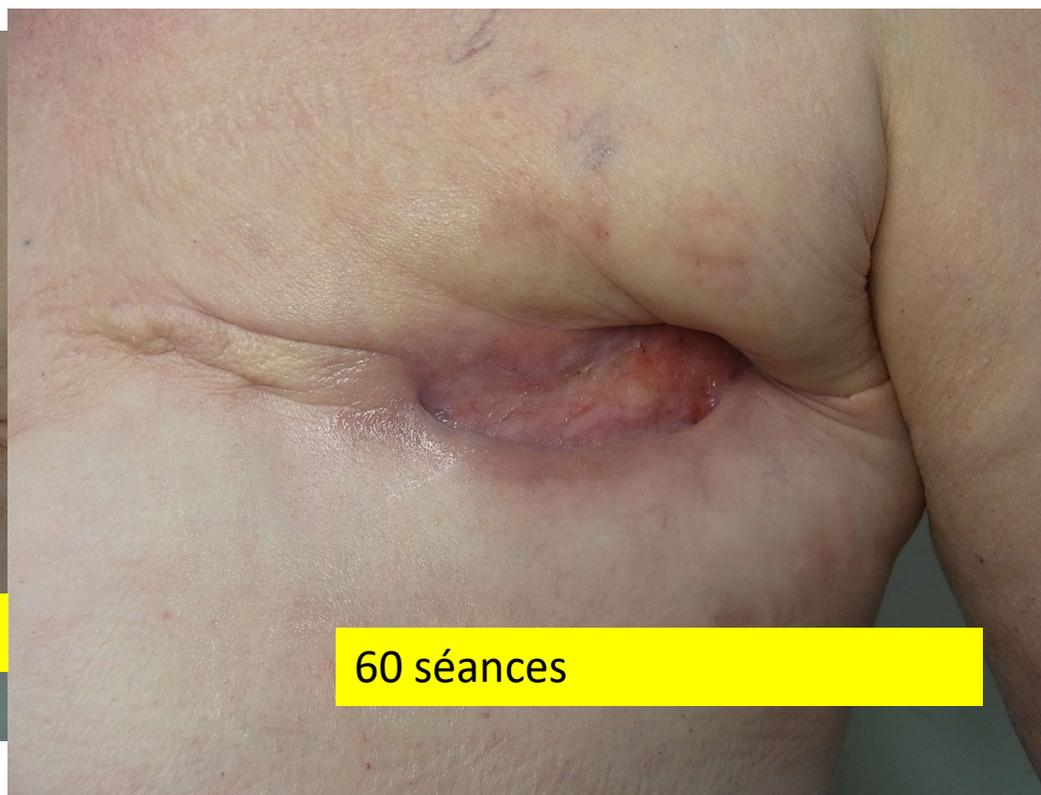
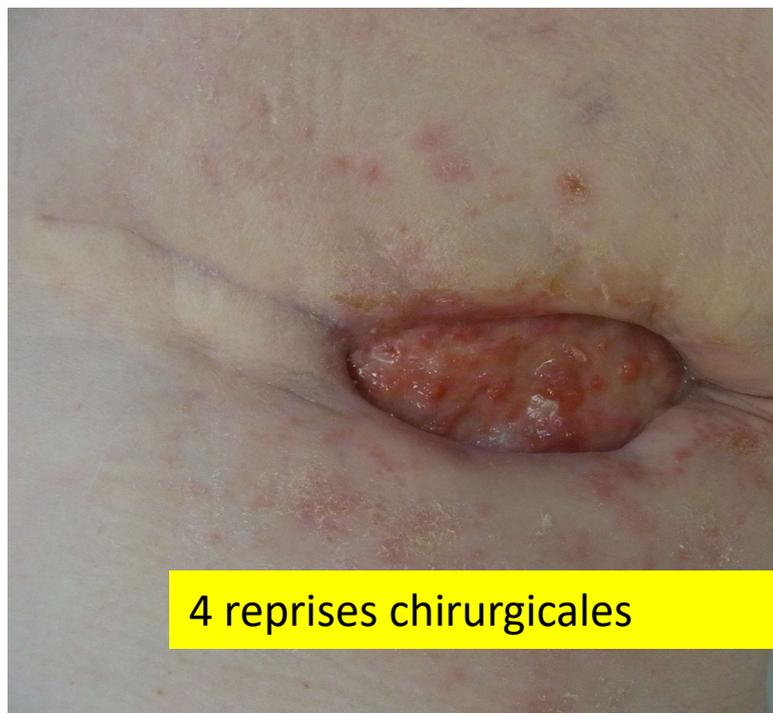


Fig. 2 Trial concept diagram



Diapositive empruntée à Matthieu Coulange

Complications post op sur tissus irradiés





60 séances







recommandations





ECHM 2016 list of indications

Type 1 : Strongly recommended - « We recommend ... »

CONDITION	ACCEPTED			NON ACCEPTED			AGREEMENT	COMMENT
	Level of Evidence			Level of Evidence				
	A	B	C	D	E	F		
Type I								
CO poisoning		X					Strong agreement	No change
Open fractures with crush injury		X					Strong agreement	No change
Prevention of osteoradionecrosis after dental extraction		X					Strong agreement	No change
Osteoradionecrosis (mandible)		X					Strong agreement	No change
Soft tissue radionecrosis (cystitis, proctitis)		X					Strong agreement	Proctitis changed from T2 to T1
Sudden deafness		X					Strong agreement	Evidence upgraded from C to B Recommendation from T2 to T1
Decompression illness			X				Strong agreement	No change
Gas embolism			X				Strong agreement	No change
Anaerobic or mixed bacterial infections			X				Strong agreement	No change





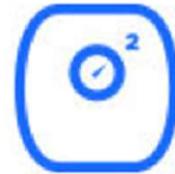
ECHM 2016 list of indications

Type 2 : Recommended - « We suggest ... »

CONDITION	ACCEPTED			NON ACCEPTED			AGREEMENT	COMMENT
	Level of Evidence			Level of Evidence				
	A	B	C	D	E	F		
Type II								
Diabetic foot lesions		X					Strong agreement	No change
Femoral head necrosis		X					Strong agreement	Evidence upgraded from D to B Recommendation from NA to T2
Compromised skin grafts and musculocutaneous flaps			X				Strong agreement	No change
Central retinal artery occlusion (CRAO)			X				Strong agreement	Upgraded from T3 to T2
Crush Injury without fracture			X				Agreement	Added
Osteoradionecrosis (bones other than mandible)			X				Agreement	No change
Radio-induced lesions of soft tissues (other than cystitis and proctitis)			X				Agreement	No change
Surgery and implant in irradiated tissue (preventive treatment)			X				Agreement	No change
Ischemic ulcers			X				Agreement	No change
Refractory chronic osteomyelitis			X				Agreement	No change
Burns 2 nd degree more than 20% BSA			X				Agreement	Upgraded from T3 to T2
Pneumatosis cystoides intestinalis			X				Agreement	Upgraded from T3 to T2
Stage IV neuroblastoma			X				Agreement	No change

limites

- Traitements longs
- Peu de centres
- Quelques EI



AmHyperbare
LES AMIS DU CENTRE
DE MÉDECINE HYPERBARE
DE TOULOUSE



**Rôle de l' institution, des soignants et des associations
pour faciliter l'accès à l'OHB
Equipe du CMH Toulouse**

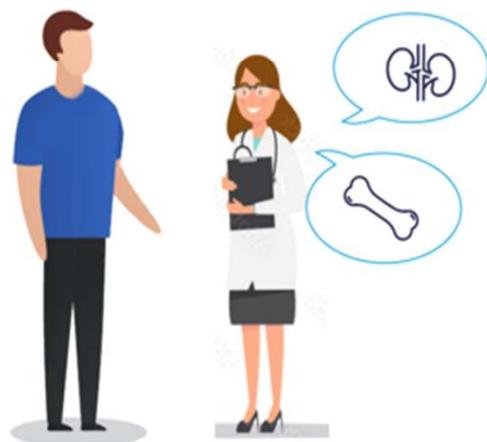
Médecin hyperbare vers
spécialiste (RCP, CMF, RMM CCV)



Les patients entre eux



Spécialiste vers le
patient et vice versa



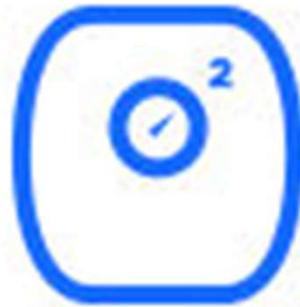
Les soignants entre eux



Rôle de l'institution

- ◆ repenser le CMH au centre de l'hôpital
- ◆ mise en place de l'hôpital de jour
- ◆ mise en place de l'hôtel hospitalier
- ◆ communication

Place de l'association



AmHyperbare

LES AMIS DU CENTRE
DE MÉDECINE HYPERBARE
DE TOULOUSE

- Association Loi 1901 fondée par Monsieur César Juvé
- Publiée au Journal Officiel de la République Française le 11 juillet 2015.
- Créée à L'initiative des Patients de Centre de Médecine Hyperbare du CHU de TOULOUSE
- Première prise de parole: Genève, ICHF 2019



séance d'oxygénothérapie en caisson hyperbare.



La communication

Conclusions

- Traitement efficace et validé
- Peu d'effets indésirables
- Nécessite création de filières (ortho, CMF, uro..)
- Traitement long, faciliter l'accès, HDJ
- Incidence moins importante avec nouvelle technologie et prévention