

Les essais de contraception masculine par la chaleur

R. Mieuxset

À ce jour, trois études d'efficacité contraceptive ont été réalisées, dans lesquelles la méthode utilisée consistait à augmenter la température des testicules. Dans tous les cas, la température atteinte par les testicules restait inférieure à la température corporelle des individus; le corollaire d'une telle méthode est la nécessité d'une utilisation quotidienne, au moins pendant les heures d'éveil. Après avoir brièvement décrit les travaux préalables qui ont permis ces études, elles seront décrites dans le présent article en suivant les années de publication.

Travaux antérieurs aux essais de contraception masculine par la chaleur

L'utilisation de la chaleur comme méthode de contraception masculine repose sur deux caractéristiques. La température des testicules est inférieure à celle du corps, et cette valeur plus basse de la température testiculaire est une condition nécessaire, mais non suffisante, à une spermatogenèse normale. Deux mécanismes contribuent à établir et maintenir ce bas niveau de température : un échange de chaleur à contre-courant entre le sang artériel arrivant au testicule et le sang veineux quittant le testicule; et le scrotum qui assure, entre autre, une basse température du sang veineux quittant le testicule par des transferts de chaleur du testicule vers l'extérieur. Ces mécanismes de thermorégulation du testicule sont cependant limités; ils peuvent être débordés, par exemple en cas de forte élévation de la température ambiante ou corporelle (fièvre). Ces connaissances sont issues de nombreuses expérimentations chez l'animal, et d'un plus petit nombre chez l'homme. Chez ce dernier, les données principales des travaux peuvent être résumées comme suit.

D'une part, la température des testicules qui permet une spermatogenèse normale est de 2 à 4 °C inférieure à la température du corps [1, 2, 3]. D'autre part, plusieurs études ont été menées pour évaluer l'effet sur la production de spermatozoïdes d'une augmentation de la température des testicules, selon deux approches.

Température corporelle

Une élévation induite de la température corporelle, une seule fois ou répétée (cabine de fièvre à 43 °C, sauna à 77-90 °C), a été réalisée dans trois études [4, 5, 6]. Elles rapportent une diminution du nombre de spermatozoïdes retrouvés dans l'éjaculat entre la 1^{re} et la 9^e semaine (sem). Puis, dans tous les cas, survient une récupération aux valeurs de départ entre la 8^e et la 11^e sem après l'arrêt.

Température scrotale

Une élévation de *forte intensité* (38 à 46 °C) de la température scrotale a été induite, pendant 30 minutes par jour, une seule fois ou répétée, dans trois études [7, 8, 9]. Elles montrent que la production de spermatozoïdes est réduite dans tous les cas, entre la 2^e et la 11^e sem selon les études, suivie d'une récupération entre la 9^e et la 13^e sem après l'arrêt.

Une élévation de *faible intensité* (+ 0,8 °C) de la température scrotale a été induite par isolation thermique du scrotum, pendant les heures d'éveil et répétée quotidiennement sur 6 à 10 semaines, dans une seule étude [10]. Elle montre qu'une élévation de faible intensité de la température scrotale a le même effet sur la production quantitative de spermatozoïdes qu'une élévation de forte intensité de la température scrotale, à condition que la durée d'exposition soit suffisamment longue (16 h/jour) et répétée quotidiennement (6 semaines au moins dans cette étude). Cette élévation de faible intensité de la température scrotale entraîne une chute de la production de spermatozoïdes de la 2^e à la 11^e sem et une récupération 11 sem après l'arrêt. L'intensité de la chute est comparable à celle observée en cas d'exposition unique à une élévation de la température générale du corps de 3 °C [4], mais supérieure à celles obtenues pour une élévation de la température corporelle d'environ 1 °C, qu'elle soit unique [6] ou répétée [5].

Enfin, en dehors de la réduction du nombre de spermatozoïdes, une élévation induite de la température entraîne aussi une réduction du pourcentage de spermatozoïdes mobiles [7] et une augmentation du pourcentage de spermatozoïdes de morphologie anormale [5, 6, 7].

En résumé, la connaissance de la thermodépendance de la spermatogenèse chez l'homme apparaît en 1941 [4], et va être affirmée expérimentalement par les études menées principalement entre 1959 [7] et 1968 [11]. Et certains auteurs concluaient déjà leurs travaux par la possibilité d'utiliser cette élévation de la température comme méthode de contraception masculine [7, 8, 11]. Pourtant, la première publication rapportant l'effet contraceptif de la chaleur chez l'homme date de

1991. Tester l'efficacité contraceptive d'une augmentation de la température des testicules ou du scrotum arrive ainsi 25 ans après que des études eurent démontré une réduction de la production de spermatozoïdes par une élévation induite de la température des testicules.

Efficacité contraceptive de la « suspension » des testicules

En 1991, Ahmed Shafik [12] rapporte la première étude d'efficacité contraceptive de la chaleur chez l'homme.

Rationnel

Dans une étude préalable chez le chien, les auteurs ont déplacé et fixé les testicules dans la poche inguinale superficielle pendant un an : 80 % des chiens sont devenus azoospermiques au bout d'un an, le taux de testostérone sanguine a chuté de façon significative et aucune femelle n'a été pleine. Trois mois après le rétablissement des testicules en position normale, les paramètres spermatiques et la testostérone sanguine se sont normalisés, et les accouplements ont donné lieu à des grossesses [12].

Matériel et méthodes

Hommes : 28 volontaires (36-43 ans) ayant tous eu des enfants (5 à 8) ; aucun problème de santé ; examen clinique normal. Bilan andrologique (hormones reproductives et paramètres spermatiques) normal.

Méthodes : l'auteur qualifie sa méthode de « suspension » : les testicules sont déplacés du scrotum dans la poche inguinale superficielle. Les testicules sont maintenus 24 h/jour pendant un an dans cette position par deux techniques différentes, la suspension par suture ou par balle. Un contrôle de la position des testicules est fait tous les 15 jours.

- Suspension par suture (n = 15 hommes) : en ambulatoire et sous anesthésie locale, chacun des testicules est fixé chirurgicalement dans la poche inguinale superficielle correspondante, par 2 ou 3 points entre peau et tunique du testicule (albuginée). Un suspensoir est porté pendant 3 semaines et les points enlevés 2 semaines après leur pose. Au bout d'un an, la suspension est supprimée : en ambulatoire et sous anesthésie locale, une incision scrotale de 1 à 1,5 cm permet de disséquer les adhérences qui se sont faites entre testicule et peau scrotale.
- Suspension par balle (n = 13 hommes) : un suspensoir en tissu inextensible est réalisé : il comprend deux compartiments, chacun contenant une balle fixée au fond. Le suspensoir, ses compartiments et la taille des balles (correspondant à

celle des testicules) sont spécifiquement adaptés à l'anatomie et au confort de chaque homme. Le suspensoir ainsi constitué est ensuite mis en place, ce qui entraîne un refoulement des testicules vers le col du scrotum; les testicules sont alors manuellement glissés dans la poche inguinale superficielle par l'homme et maintenus dans cette localisation par les balles sous-jacentes. Chacun des hommes apprend à mettre en place par lui-même ce système.

Les examens de sperme sont réalisés tous les 15 jours pendant la période de suspension, puis mensuellement après l'arrêt de la suspension pendant un an ou jusqu'au retour à la normale.

Les rapports sexuels ont été interdits pendant les 3 premiers mois de la suspension, puis autorisés.

Résultats

Aucun homme n'est sorti de l'étude. Aucune complication n'est apparue au cours de celle-ci. Toutefois, des douleurs testiculaires sont survenues pendant quelques jours après la fixation chirurgicale, et la technique de suspension par balle a été mieux tolérée que celle par fixation chirurgicale. En dehors des ces faits, aucune des deux techniques n'a induit un quelconque autre retentissement sur la santé, le confort, l'activité ou la sexualité des hommes. Aucun traumatisme scrotal n'est survenu au cours de l'année chez les hommes du groupe « suspension chirurgicale ». Durant l'année, les hommes du groupe « suspension par balle » ont utilisé 3 à 6 suspensoirs.

Concentration de spermatozoïdes

Pendant la période de suspension: la concentration de spermatozoïdes diminue graduellement à partir du 2^e ou 3^e mois après le début de la suspension: à 3 mois, 14 % des hommes ont entre 2 et 10 millions/mL et 86 % entre 11 et 20 millions/mL; à 6 mois, 14 % des hommes sont azoospermiques, 36 % ont entre 0 et 1 million/mL et 50 % entre 2 et 10 millions/mL. À la fin de la période des 12 mois de suspension, 19/28 hommes (68 %) sont azoospermiques (11/15 du groupe « fixation chirurgicale », 8/13 du groupe « suspension par balle ») et 9/28 (32 %) ont moins de 10 millions/mL (sans précision supplémentaire). La diminution de la concentration de spermatozoïdes est identique dans les deux groupes.

Après l'arrêt de la suspension, la concentration de spermatozoïdes augmente peu à peu, de telle sorte qu'à 3 mois elle est de 10 à 20 millions/mL chez 10 hommes, de 21 à 40 millions/mL chez 12 et supérieure à 40 millions/mL chez les 6 derniers. À 6 mois après l'arrêt de la suspension, 20 hommes (71 %) ont entre 40 et 60 millions/mL et 8 plus de 60 millions/mL, ces valeurs à 6 mois se maintenant jusqu'à la fin des 12 mois de suivi après l'arrêt de la suspension. Il est à noter que l'augmentation de la concentration de spermatozoïdes survient plus tôt, et est significativement plus importante, dans le groupe à suspension par balle que par fixation chirurgicale.

Mobilité des spermatozoïdes

Pendant la période de suspension, le pourcentage de spermatozoïdes mobiles, supérieur à 70 % au départ (normale définie dans cette étude), est diminué: il est de 22 à 36 % à 3 mois et de 8 à 18 % à la fin des 12 mois de suspension. La diminution de ce pourcentage semble de moindre importance dans le groupe à suspension par balle.

Après l'arrêt de la suspension, le pourcentage de spermatozoïdes mobiles augmente progressivement et revient à la valeur de départ à 3 mois pour 18 hommes (64 %), à 6 mois pour 8 (29 %) et à 9 mois pour les 2 derniers (7 %). La récupération d'un pourcentage normal de spermatozoïdes mobiles semble survenir plus rapidement dans le groupe à suspension par balle que par fixation chirurgicale.

Morphologie des spermatozoïdes

Un pourcentage standard de spermatozoïdes de forme normale est défini comme inférieur à 40 % de spermatozoïdes de formes anormales. Le pourcentage de spermatozoïdes de formes anormales augmente à partir de la 4^e semaine de suspension: il est de 66 à 78 % à 3 mois et de 83 à 92 % à la fin des 12 mois de suspension.

Après l'arrêt de la suspension, ce pourcentage diminue peu à peu et tous les hommes retrouvent un pourcentage normal de spermatozoïdes de forme normale à 6 mois.

Grossesse

Pendant la phase de port du suspensoir, les rapports sexuels ont été autorisés 3 mois après le début de la suspension chez l'homme. Des tests mensuels de grossesse ont alors été réalisés jusqu'à la fin de cette période: aucune grossesse n'est survenue pendant les 9 derniers mois.

Après l'arrêt du port du suspensoir, 19 femmes ont accepté d'être enceintes, 11 dont le conjoint appartenait au groupe à suspension par fixation chirurgicale et 8 au groupe par balle.

Des tests mensuels de grossesse ont été réalisés et arrêtés quand la grossesse a été obtenue; une surveillance clinique et échographique mensuelle a ensuite été faite pour dépister toute anomalie du développement fœtal. Après l'accouchement, les nouveau-nés ont subi un examen clinique et échographique pour les mêmes raisons. Les 19 femmes ont été enceintes: 6 dans les 4 à 6 mois après l'arrêt de la suspension (2 du groupe « fixation chirurgicale » et 4 du groupe « par balle »), et 13 au bout de 7 à 14 mois. Les grossesses sont survenues plus rapidement dans le groupe à suspension par balle que dans celui par fixation chirurgicale. Aucune anomalie échographique n'a été dépistée au cours des grossesses. Aucune malformation n'a été retrouvée après la naissance. Il n'y a eu aucune fausse couche spontanée.

Autres paramètres

Volume des testicules : pendant la période de port du suspensoir, le volume testiculaire moyen est diminué d'environ 20 % à 6 mois et d'environ 37 % à 12 mois. Après l'arrêt de la suspension, le volume augmente graduellement pour atteindre, à 12 mois, 88 à 100 % du volume initial.

Hormones reproductives : à partir du 3^e mois de suspension, les taux sanguins sont significativement diminués pour la testostérone, augmentés pour la prolactine, et non modifiés pour la FSH et la LH par rapport aux taux initiaux, sans différence entre les deux modes de suspension. Après arrêt de l'expérience, tous les taux hormonaux sont normalisés au 3^e mois et le restent au 12^e mois.

Résumé des effets en termes de spermatogenèse et de grossesse

Cette méthode de suspension nuit et jour en continu pendant 12 mois, montre qu'à cette échéance 68 % des hommes sont devenus azoospermiques et 32 % présentent une oligoathénospermie sévère (moins de 10 millions/mL, sans précision supplémentaire; 8 à 18 % de spermatozoïdes mobiles), associée à une augmentation marquée du pourcentage de spermatozoïdes de formes anormales. Sont associées à cette altération de la spermatogenèse une réduction de 37 % du volume testiculaire à 12 mois, ainsi qu'une diminution de la testostéronémie et une augmentation de la prolactinémie dès le 3^e mois.

Après arrêt de la suspension, tous les hommes ont retrouvé des valeurs normales de la concentration de spermatozoïdes/mL au 6^e mois (supérieures à 40 millions/mL); aucune donnée précise ne permet de savoir à quel moment les hommes retrouvent leur valeur de départ. Le pourcentage de spermatozoïdes mobiles revient à son taux initial entre 3 (64 % des hommes) et 9 mois (7 %). Tous les hommes retrouvent un pourcentage standard de spermatozoïdes de forme normale à 6 mois. À 12 mois, le volume testiculaire atteint 88 à 100 % de sa valeur avant suspension. Tous les taux hormonaux sont normalisés au 3^e mois et le restent au 12^e mois.

Aucune grossesse n'est survenue chez les partenaires des 28 hommes exposées au risque à partir du 3^e mois de la période de suspension, soit pendant 252 cycles. Après l'arrêt de la suspension, une grossesse souhaitée chez 19 des 28 couples est survenue chez un tiers des femmes dans les 4 à 6 mois et dans les 7 à 14 mois chez les autres. Aucune fausse couche spontanée n'a eu lieu, tous les enfants sont nés vivants et aucune anomalie n'a été constatée.

Efficacité contraceptive du port d'un sous-vêtement constitué en partie de polyester

En 1992; Ahmed Shafik publie une seconde étude sur l'efficacité contraceptive de la chaleur, en utilisant une technique particulière d'isolation scrotale [13].

Rationnel

Des études chez le chien ont montré que le port d'un sous-vêtement en polyester induisait une réduction de la concentration de spermatozoïdes qui était réversible après l'arrêt de l'expérience. Aucun effet n'a été observé chez les chiens portant un sous-vêtement en coton [13].

Chez l'homme, le port d'un sous-vêtement fait d'un tissu en polyester génère des charges qui créent un « champ électrostatique » qui traverse le scrotum et semble affecter les testicules et/ou les épидидymes. Dans une étude sur 18 mois incluant 33 hommes, les résultats sont les suivants :

- chez les 11 hommes portant un sous-vêtement en polyester, 4 ont eu une diminution de la concentration de spermatozoïdes au 14^e mois, avec un retour à la normale après arrêt du port;
- chez les 11 hommes portant un sous-vêtement en coton et polyester, un seul a eu une diminution de la concentration de spermatozoïdes au 16^e mois, avec un retour à la normale après arrêt du port;
- chez les 11 hommes portant un sous-vêtement en coton, aucune modification de la concentration de spermatozoïdes n'est survenue.

L'auteur conclut de ces études préliminaires que le sous-vêtement en polyester induit une diminution de la spermatogenèse [13].

Matériel et Méthodes

Hommes: 14 volontaires (32-47 ans) ayant tous eu des enfants (3 à 7); aucun problème de santé; examen clinique normal. Bilan andrologique (hormones reproductives et paramètres spermatiques) normal.

Méthode: un suspensoir en polyester est confectionné spécifiquement pour s'adapter à l'anatomie de chacun des hommes. Mis en place, le suspensoir renferme le scrotum; ce dispositif est fixé à une ceinture; la ceinture est positionnée de telle sorte que les testicules soient tirés vers le haut et ainsi rapprochés de l'abdomen. Le pénis est à l'extérieur du suspensoir. Chacun des hommes apprend comment mettre en place par lui-même ce système. Le suspensoir est porté nuit et jour en continu pendant 12 mois.

Pendant la période du port du suspensoir, les examens de sperme sont réalisés tous les 15 jours. Les partenaires de ces hommes arrêtent toute contraception après qu'une azoospermie eut été constatée sur 3 examens de sperme successifs. Après l'arrêt du port du suspensoir, les examens de sperme sont mensuels pendant un an ou jusqu'au retour à la normale.

Résultats

Aucun homme n'est sorti de l'étude. Aucune complication ou réaction n'est survenue pendant la période du port du sous-vêtement.

Sperme

Tous les hommes sont devenus azoospermiques. Le troisième examen de sperme azoospermique est survenu entre 120 et 160 jours après le début du port du suspensoir. L'azoospermie perdure ensuite jusqu'à la fin de la période. Après l'arrêt du port du dispositif, la concentration de spermatozoïdes revient à la normale (supérieure à 20 millions/mL) chez tous les hommes en 90 à 120 jours, et les valeurs de départ sont retrouvées en 140 à 170 jours.

Grossesse

Aucune grossesse n'est survenue pendant période de port du suspensoir. Après l'arrêt, une grossesse souhaitée chez 5 des 14 couples est survenue avec 4 enfants nés vivants et une fausse couche spontanée.

Autres paramètres

Le volume testiculaire moyen est diminué d'environ 15 % à 3 mois de port du suspensoir; la récupération d'un volume testiculaire identique à celui de départ est observée entre 75 et 135 jours après le retrait du dispositif. Aucune modification des taux sanguins des hormones reproductives (FSH, LH, testostérone) n'a été retrouvée quelle que soit la période.

Résumé des effets en matière de spermatogenèse et de grossesse

Pendant la période du port du suspensoir, nuit et jour en continu pendant 12 mois, tous les hommes sont devenus azoospermiques. La contraception a été définie comme l'existence d'une azoospermie sur 3 examens de sperme successifs (à 15 jours d'intervalle). Ceci survient en 120 à 160 jours après le début et perdure ensuite jusqu'à la fin de la période de port du suspensoir.

Après l'arrêt du port du suspensoir, la concentration de spermatozoïdes revient à la normale (supérieure à 20 millions/mL) chez tous les hommes en 90 à 120 jours, et les valeurs de départ sont retrouvées en 140 à 170 jours. La baisse d'environ 15 % du volume testiculaire moyen observée après 3 mois de suspensoir est récupérée en 75 à 135 jours après l'arrêt du port.

Aucune grossesse n'est survenue chez les partenaires des 14 hommes pendant les 126 cycles d'exposition. Une grossesse souhaitée chez 5 des 14 couples est survenue chez chacun, avec 4 enfants nés vivants et une fausse couche spontanée.

Efficacité contraceptive de la remontée des testicules pendant les heures d'éveil

En 1994, Mieuxset et Bujan [14] rapportent l'efficacité contraceptive de la remontée manuelle des testicules pendant les heures d'éveil (diurne). La technique employée consiste en l'induction d'une élévation de la température des testicules et des épидидymes, sans augmentation de la température du scrotum, en utilisant la température du corps comme source de chaleur.

Rationnel

Chez l'homme, l'induction d'une élévation de la température du corps ou du scrotum entraîne une réduction de la production de spermatozoïdes et de leur mobilité. Le but recherché était une technique d'utilisation suffisamment souple pour ne pas interférer sur la vie quotidienne des utilisateurs. L'élévation de la température corporelle [4, 5, 6] fut exclue, de même l'élévation de forte intensité de la température scrotale [7, 8]. Le choix se porta plutôt sur une élévation de faible intensité de la température, mais maintenue sur une longue durée quotidienne et répétée chaque jour, comme dans l'étude d'isolation thermique du scrotum de Robinson et Rock [10], dans laquelle les auteurs concluaient qu'une élévation de 1 °C de la température scrotale pourrait être utilisée comme méthode de contraception masculine. Toutefois, cette faible élévation de la température scrotale (+ 0,8 °C) par isolation du scrotum avait un effet inhibiteur sur la production de spermatozoïdes qui dépassait difficilement 80 % au bout de 10 semaines d'utilisation.

Avoir un effet inhibiteur plus important nécessitait une augmentation plus importante de la température scrotale, ce qui nécessitait une source de chaleur extérieure. Cependant, chez différentes espèces animales, deux expérimentations princeps avaient démontré la thermodépendance de la spermatogenèse: dans la première, une cryptorchidie était induite chirurgicalement chez un animal adulte dont les testicules étaient normalement descendus dans le scrotum à la naissance; cette cryptorchidie artificielle entraînait une altération de la spermatogenèse, avec un retour à la normale après avoir remis les testicules dans le scrotum [15]. Dans la seconde expérimentation, le refroidissement local des testicules congénitalement cryptorchides permettait une spermatogenèse normale [16]. Par ailleurs, une étude chez l'homme [17] rapportait que la température du canal inguinal était supérieure à celle de la cavité scrotale dans laquelle sont normalement les testicules. De ces données et des discussions qui eurent lieu au début des années 1980 dans un groupe d'hommes en recherche d'une contraception masculine (GARCOM: Groupe d'action et de recherche en contraception masculine), autre que le retrait et le préservatif, est née une méthode caractérisée par l'utilisation du corps comme source de chaleur, pour élever la température des testicules en amenant ces derniers du scrotum à proximité de l'orifice externe du canal inguinal.

Différents noms furent attribués à cette méthode: « remonte-couille toulousain », « slip chauffant », « cryptorchidie artificielle ». Pour enrichir ces expressions imagées, nous le nommerons plus physiologiquement dans le présent article « remontée des testicules ». En effet, chaque testicule est « remonté » manuellement du scrotum à la racine de la verge, près de l'orifice externe du canal inguinal; les testicules sont maintenus dans cette position pendant les heures d'éveil, au moyen de différentes techniques qui seront évoquées plus loin. Dans une première étape, une expérimentation a été réalisée par les hommes du GARCOM, puis avec d'autres volontaires ensuite, pour évaluer l'effet de cette technique sur la spermatogenèse. Plusieurs publications existent sur ces travaux [18, 19, 20], dont les résultats ont montré une inhibition de la spermatogenèse jugée suffisante pour qu'un certain nombre de ces hommes se lancent dans une utilisation contraceptive. Hormis un financement de l'auteur par l'INSERM (CRE Inserm 854017), cette étude a été rendue possible par la prise en charge des coûts des analyses de sperme par la Caisse primaire d'assurance maladie de la Haute-Garonne, séduite par le projet. Ces hommes du GARCOM constituèrent les premiers volontaires pour tester l'effet d'une telle méthode sur la spermatogenèse puis, pour un nombre plus restreint, poursuivre par une évaluation contraceptive, dont les résultats publiés [14], ainsi que des données non publiées sont rapportés ci-après.

Matériel et Méthodes

Hommes: 9 hommes volontaires (23-34 ans), dont 3 ont eu au moins un enfant, 5 un antécédent d'interruption volontaire de grossesse, et le dernier ni l'un ni l'autre; aucun problème de santé; examen clinique normal. Paramètres spermatiques dans la normale.

Méthodes: chaque testicule est « remonté » manuellement du scrotum à la racine de la verge, près de l'orifice externe du canal inguinal. L'élévation de la température des testicules amenés à la racine de la verge (près de l'orifice externe du canal inguinal) est estimée être d'environ 1,5-2 °C, comme décrit par Kitayama [17] et confirmé ensuite par Shafik [12], qui rapporte une augmentation moyenne de 1,8 °C de la température des testicules après leur remontée par rapport à leur position scrotale.

Les testicules sont maintenus dans cette position pendant les heures d'éveil, soit 15 h/j, sur des durées allant de 7 à 49 mois. Le maintien des testicules dans leur localisation à la racine de la verge est obtenu au moyen de deux techniques.

– Technique 1 (n = 3 hommes): le maintien des testicules est assuré au moyen d'un sous-vêtement ajusté en coton, dans lequel un orifice est créé au niveau de la racine de la verge. Par cet orifice, l'homme fait passer sa verge puis la peau scrotale, ce qui conduit à une ascension des testicules dans la position souhaitée. Chacun des hommes apprend comment mettre en place par lui-même ce système. Ce groupe fait partie des 14 hommes volontaires d'une première expérimentation sur 6 à 12 mois; cette technique induit une réduction du nombre, de la mobilité et des formes normales des spermatozoïdes: entre le 6^e et le 12^e mois, la concentration moyenne de spermatozoïdes est comprise entre 3 et 10 millions/mL et celle des spermatozoïdes mobiles entre 1 et 3 millions/mL [18, 19].

– Technique 2 (n = 6 hommes): comme la technique 1 n'assurait pas le maintien constant des testicules dans la localisation souhaitée chez tous les hommes, et ne permettait pas de réduire la concentration et la mobilité des spermatozoïdes à des valeurs compatibles avec une contraception masculine, un anneau de caoutchouc souple a soit été rajouté autour de l'orifice du sous-vêtement, soit porté seul au moyen de bandelettes de fixation. Chacun des hommes apprend comment mettre en place par lui-même ce système adapté à l'anatomie de chacun. Ce groupe fait partie des 6 hommes volontaires d'une deuxième expérimentation sur 6 à 24 mois; cette seconde technique a un effet plus marqué sur la spermatogenèse que la technique 1, avec une réduction moyenne du nombre total de spermatozoïdes mobiles d'au moins 97 % après 2 mois; après le 3^e mois, la concentration moyenne de spermatozoïdes mobiles est inférieure ou égale à 1 million/mL [20].

Les examens de sperme sont mensuels. Les partenaires de ces hommes arrêtent toute contraception après qu'une concentration de spermatozoïdes mobiles inférieure à 1 million/mL eut été constatée sur 2 examens de sperme successifs, réalisés à 3 semaines d'intervalle. Après l'arrêt de la remontée des testicules, les examens de sperme sont mensuels jusqu'au retour à la normale. Aucune donnée n'est rapportée dans l'étude concernant les hormones reproductives. Le volume testiculaire est calculé à partir des mesures réalisées au pied à coulisse.

Résultats

Deux hommes sont sortis de l'étude pour des raisons précisées plus loin. Aucune autre complication ou réaction n'est survenue pendant l'étude. Aucune modification de la libido ou de la sexualité n'a été rapportée. Les volumes testiculaires sont réduits en moyenne de 30 % (25-40 %) à la fin de la période de remontée des testicules, et reviennent à leur valeur initiale dans les 6 à 12 mois après l'arrêt de la période contraceptive.

Sperme

Les résultats sont exprimés en concentration de spermatozoïdes mobiles par mL (concentration de spermatozoïdes/mL multipliée par le pourcentage de spermatozoïdes mobiles).

Technique 1

La période contraceptive a débuté en moyenne 11 mois (7 à 15) après le début du chauffage pour les 3 hommes. Sa durée a été respectivement de 5, 27 et 8 mois. Pendant cette période contraceptive, la concentration de spermatozoïdes mobiles a été en moyenne de 1,87 million/mL (extrêmes: 0 à 7,4); une concentration de spermatozoïdes mobiles inférieure à 1 million/mL a été observée sur 41 % des examens de sperme réalisés et aucune azoospermie n'a été observée.

Après l'arrêt de la remontée des testicules, la concentration moyenne de spermatozoïdes mobiles était de $51,2 \pm 39,5$ millions entre 0 et 6 mois, et de $98,7 \pm 39,7$ millions entre 7 et 18 mois, pour $50,2 \pm 10$ millions avant le chauffage.

Technique 2

La période contraceptive a débuté en moyenne 3,5 mois après le début du chauffage (2 à 3 mois pour 5 des hommes, 9 mois pour le sixième). La durée de la période contraceptive a été de 4 à 46 mois. Pendant cette période, la concentration moyenne de spermatozoïdes mobiles a été de 0,12 million/mL (extrêmes: 0 à 1,6). *Sur la totalité des examens de sperme réalisés, une azoospermie a été observée sur 11,3 % d'entre eux et une concentration de spermatozoïdes mobiles/mL inférieure à 1 million sur 86,4 %.*

Après l'arrêt de la remontée des testicules, la concentration moyenne de spermatozoïdes mobiles était de $26,5 \pm 19$ millions/mL entre 0 et 6 mois, et de $36,3 \pm 19,4$ millions/mL entre 7 et 18 mois, pour $40,2 \pm 11,8$ millions/mL avant le chauffage.

Grossesse

Technique 1

La durée de la période contraceptive a été de 42 cycles (respectivement 8, 6 et 28). Aucune grossesse n'est survenue chez deux des trois couples. Une grossesse non désirée a eu lieu chez le troisième couple: l'homme a arrêté de remonter ses testicules pendant 7 semaines (semaines 42 à 48), puis a recommencé. Le premier cycle d'utilisation contraceptive a eu lieu entre les semaines 61 et 63 de chauffage, avec une concentration de 0,04 (sem 61) et 0,7 million de spermatozoïdes mobiles/mL (sem 63). La grossesse est survenue au deuxième cycle d'exposition (sem 65-66), avec une concentration de 19,3 (sem 68) et 10,4 millions de spermatozoïdes mobiles/mL (sem 71). Une nouvelle période de contraception a été débutée à distance (sem 76) de l'interruption volontaire de la grossesse. L'indice de Pearl (nombre de grossesses divisé par le nombre de cycles d'exposition, multiplié par 1 200 pour obtenir le taux de grossesse pour 100 années) est de $1/42 \times 1 200 = 28,6$ pour 100 années (IC 95 % = 0,7 – 159,2).

Technique 2

La durée de la période contraceptive a été de 117 cycles féminins (extrêmes 4-46). Un couple a arrêté la période de contraception au 6^e cycle d'exposition en raison d'un déménagement professionnel dans une région sans possibilité d'examen de sperme. Un second couple est sorti de l'étude au 4^e cycle d'exposition, en raison de la persistance d'une azoospermie chez l'homme. Les durées respectives d'exposition ont été respectivement de 13, 18, 30 et 46 cycles féminins pour les 4 autres couples. Aucune grossesse n'est survenue. L'indice de Pearl est de 0,0 pour 100 années (IC

95 % = 0,0 – 37,8). Pour les deux techniques, tous les couples qui ont par la suite souhaité une grossesse l'ont obtenue, et aucune fausse couche n'est survenue.

Résumé des effets en matière de spermatogenèse et de grossesse

Dans cette étude, une élévation de 1,5 à 2 °C de la température des testicules, et non pas du scrotum, est induite 15 h/jour en remontant et maintenant les testicules au niveau de la racine de la verge au moyen de deux techniques.

La valeur contraceptive du sperme a été définie comme l'existence d'une concentration de spermatozoïdes mobiles inférieure à 1 million/mL sur 2 examens successifs de sperme à 3 semaines d'intervalle. Ce seuil est atteint beaucoup plus rapidement pour la technique 2 – en moyenne 3,5 mois (2-9) – que pour la technique 1 – en moyenne 11 mois (7-15) – après le début du chauffage; il est à noter que 97,7 % des examens de sperme étaient azoospermiques ou avec moins de 1 million de spermatozoïdes mobiles/mL avec la technique 2. Quelle que soit la technique, les valeurs restent ensuite inférieures à ce seuil jusqu'à la fin de la période de remontée des testicules; mais à condition de respecter une pratique quotidienne, comme le montre l'augmentation de la concentration de spermatozoïdes mobiles chez l'homme ayant arrêté de remonter ses testicules pendant 7 semaines, arrêté responsable de la survenue d'une grossesse non désirée avec la technique 1. Aucune grossesse n'est survenue chez les partenaires des 8 autres hommes.

Après l'arrêt de la remontée des testicules, la concentration de spermatozoïdes mobiles revient aux valeurs de départ, dans les 6 mois pour la technique 1 et dans les 7 à 18 mois pour la technique 2. Cette durée pour récupérer peut paraître longue; mais cette étude de l'effet contraceptif n'est que la partie terminale d'une étude plus longue de l'effet de la remontée des testicules sur la spermatogenèse: ainsi, les hommes de la technique 1 ont eu une durée de remontée des testicules de 24 à 38 mois, ceux de la technique 2 de 7 à 49 mois. Enfin, pour les deux techniques, tous les couples ayant par la suite souhaité une grossesse l'ont obtenue, et aucune fausse couche spontanée n'est survenue.

Remarques

S'il peut paraître surprenant que l'un des couples soit sorti lors de l'évaluation de l'efficacité contraceptive en raison de la persistance d'une azoospermie, il est important de garder en mémoire que dans la période où l'évaluation a été réalisée – entre 1982 et 1987, les résultats ayant tardé à être publiés (1994) – aucune étude utilisant la chaleur sous quelque forme que ce soit n'avait obtenu d'azoospermie permanente. Le principe de précaution avait alors été appliqué. Par ailleurs, la technique 2 donnait de meilleurs résultats que la technique 1, dans cette étude publiée en 1994. Toutefois, dans une récente étude (2010-2011), une technique de remontée des testicules identique à celle de la technique 1, mais avec une modification du sous-vêtement, mise au point pour permettre un meilleur maintien des testicules en position haute, a été utilisée chez 5 hommes volontaires en bonne santé. Cette

modification permet d'atteindre le seuil contraceptif (moins de 1 million de spermatozoïdes mobiles/mL) en 2 à 3 mois [21].

Synthèse générale

En matière d'efficacité contraceptive, l'utilisation d'une élévation modérée de la température testiculaire par la remontée des testicules [12, 14] ou par isolation thermique du scrotum, au moyen d'un suspensoir en coton et polyester [13], peut être résumée comme suit :

- Shafik 1991 [12] : 28 couples, 252 cycles d'exposition à la grossesse : 0 grossesse.
- Shafik 1992 [13] : 9 couples, 126 cycles d'exposition à la grossesse : 0 grossesse.
- Mieuxset & Bujan 1994 [14] : 9 couples, 159 cycles d'exposition à la grossesse : 1 grossesse, qui fut consécutive à une mauvaise utilisation de la méthode, comme il arrive dans la « vraie vie », pour toute méthode de contraception, qu'elle soit masculine ou féminine. Si l'on exclut le cycle ayant donné lieu à la grossesse, tout en gardant ce couple qui a repris ensuite la technique de remontée des testicules comme unique contraception, il n'y a eu aucune grossesse sur 158 cycles d'exposition.

Ces trois études ne sont bien sûr que des études préliminaires, portant sur des effectifs limités (46 couples au total) ; mais leur objectif principal était de démontrer qu'une contraception de couple pouvait être assurée par l'homme au moyen d'une légère augmentation de la température testiculaire, ou scrotale dans le cas d'isolation avec un tissu comprenant du polyester. Les hommes de ces trois études étaient tous des volontaires non rémunérés et demandeurs d'une contraception masculine, ce qui peut expliquer le très faible taux de désagréments rapportés avec de telles techniques. Ces trois études ne constituent pas une évaluation de l'acceptabilité de la méthode par la chaleur. Il est bien évident qu'une telle manipulation des testicules peut « effrayer » certains hommes, tout comme une méthode de contraception hormonale masculine peut en « effrayer » d'autres. Mais la méthode de contraception par la chaleur peut être – et elle l'est dans notre pratique – proposée à tout homme demandeur d'une contraception masculine.

Remerciements

Mes remerciements aux membres du GARCOM : ils ont créé les différentes techniques de remontée des testicules, et ont été les premiers à être volontaires pour évaluer les effets de ces techniques sur la spermatogenèse, puis leur effet contraceptif ; et à Pierre Jouannet, qui a soutenu et encouragé cette recherche. Je dédie ce travail à Geoffrey Waites, qui fut le pionnier, et l'un des rares, à osé développer une véritable recherche en contraception masculine à l'OMS.

Références

1. Kandeel FR, Swerdloff RS (1988) Role of temperature in regulation of spermatogenesis and the use of heating as a method for contraception. *Fertil Steril* 49: 1-23
2. Mieuxset R, Bujan L (1995) Testicular heating and its contributions to male infertility: a review. *Int J Androl* 18: 169-84
3. Setchell BP (1998) The Parkes Lecture. Heat and the testis. *J Reprod Fertil* 114: 179-94
4. MacLeod J, Hotchkiss RS (1941) The effect of hyperpyrexia upon spermatozoa counts in men. *Endocrinology* 28: 780-4
5. Procope BJ (1965) Effect of repeated increase of body temperature on human sperm cells. *Int J Fertil* 10: 333-9
6. Brown-Woodman PDC, Post EJ, Gasc GC, White IG (1984) The effect of a single sauna exposure on spermatozoa. *Arch Androl* 12: 9-15
7. Watanabe A (1959) The effect of heat on human spermatogenesis. *Kyushu J Med Sci* 10: 101-17
8. Rock J, Robinson D (1965) Effect of induced intrascrotal hyperthermia on testicular function in man. *Am J Obstet Gynec* 93: 793-801
9. French J, Leeb CS, Fabrian SL, et al. (1973) Self-induced intrascrotal hyperthermia in man followed by decrease in sperm count. A preliminary report. *Andrologie* 5: 201-5
10. Robinson D, Rock J (1967) Intrascrotal hyperthermia induced by scrotal insulation: effect on spermatogenesis. *Obstet Gynec* 2: 217-23
11. Robinson D, Rock J, Menkin MF (1968) Control of human spermatogenesis by induced changes of intrascrotal temperature. *J Am Med Ass* 204: 80-7
12. Shafik A (1991) Testicular suspension as a method of male contraception: technique and results. *Adv Contr Deliv Syst* VII: 269-79
13. Shafik A (1992) Contraceptive efficacy of polyester-induced azoospermia in normal men. *Contraception* 45: 439-51
14. Mieuxset R, Bujan L (1994) The potential of mild testicular heating as a safe, effective and reversible contraceptive method for men. *Int J Androl* 17: 186-91
15. Fukui N (1923) Action of body temperature on the testicle. *Japan Med World* 3: 160-7
16. Frankenhuis MT, Wensing CJG (1979) Induction of spermatogenesis in the naturally cryptorchid pig. *Fertil Steril* 31: 428-33
17. Kitayama T (1965) Study on testicular temperature in man. *Acta Urol Jap* 11: 435-7
18. Mieuxset R, Grandjean H, Mansat A, Pontonnier F (1985) Inhibiting effect of artificial cryptorchidism on spermatogenesis. *Fertil Steril* 43: 589-94
19. Mieuxset R, Bujan L, Mansat A, et al. (1987a) Effect of artificial cryptorchidism on sperm morphology. *Fertil Steril* 47: 150-5
20. Mieuxset R, Bujan L, Mansat A, et al. (1987b) Hyperthermia and human spermatogenesis: enhancement of the inhibitory effect obtained by 'artificial cryptorchidism'. *Int J Androl* 10: 571-80
21. Ahmad G, Moinard N, Lamare C, et al. (2012) Mild testicular and epididymal hyperthermia alters sperm chromatin integrity in men. *Fertil Steril* 97(3):546-53