



Radiothérapie et chirurgie plastique mammaire en cancérologie

Radiotherapy and plastic surgery for breast cancer

Mots-clés : Cancer, Sein, Radiothérapie, Reconstruction, Chirurgie plastique.

Keywords: Cancer, Breast neoplasm, Radiotherapy, Reconstructive surgery, Plastic surgery.

B. de Lafontan⁽¹⁾, I. Garrido⁽¹⁾

La radiothérapie a une place importante dans le traitement du cancer du sein, entraînant une diminution très significative des récurrences locorégionales et une amélioration significative de la survie [1, 2]. Bien qu'elle ait largement progressé au niveau des résultats esthétiques, il persiste parfois des modifications au niveau des tissus irradiés.

Par ailleurs, la demande des patientes va de plus en plus souvent vers le souhait de retrouver une image corporelle satisfaisante. La chirurgie plastique mammaire en situation carcinologique intervient alors. Elle fait appel soit à des prothèses en gel de silicone ou en sérum physiologique, soit à des lambeaux autologues, soit aux deux techniques associées.

Il est maintenant acquis que la reconstruction mammaire n'a pas d'influence sur le risque de récurrence locorégionale [3] ou sur la survie globale et qu'elle n'interfère pas avec les traitements complémentaires que sont la chimiothérapie et la radiothérapie [4]. Cependant le médecin en charge du suivi doit être attentif au diagnostic de récurrence, qui peut être retardé en cas de reconstruction, en particulier par prothèse.

La reconstruction mammaire doit être incorporée dans un plan de traitement cohérent et multidisciplinaire [5].

Pour obtenir les résultats les plus satisfaisants, les thérapeutes doivent tenir compte de l'interaction de la chirurgie et de la radiothérapie dans les choix des techniques et du calendrier, en connaissant l'impact de la radiothérapie sur la reconstruction aussi bien que les difficultés rencontrées en cas de reconstruction sur tissus irradiés. Pour ce qui est

1. Service de radiothérapie, Institut Claudius-Regaud, 20-24, rue du Pont-Saint-Pierre, 31052 Toulouse Cedex.

de la radiothérapie, les réactions aiguës ne sont pas modifiées par une chirurgie plastique antérieure dès lors que la cicatrisation est acquise et que l'œdème est résorbé [6]. Les réactions tardives, en particulier la fibrose, paraissent plus importantes dans les zones cicatricielles. Pour la chirurgie, les reconstructions en zone irradiée sont réalisables en tenant comptes des séquelles éventuelles de la radiothérapie, qui peuvent conduire à une chirurgie plus importante.

La revue de la littérature n'est pas très satisfaisante. On observe une grande hétérogénéité des études qui comportent de petites séries de patientes, hétérogènes, étudiées le plus souvent de façon rétrospective, avec des indications de reconstruction et des traitements associés (chimiothérapie) très variables.

Nous traiterons des interactions de la radiothérapie avec la chirurgie plastique à partir de situations rencontrées au quotidien :

• **Prothèses et RTE :**

- reconstruction mammaire immédiate par prothèse suivie de RTE dans le cadre du primo-traitement ;
- reconstruction mammaire différée par prothèse après RTE ;
- irradiation d'une prothèse d'augmentation à visée esthétique mise en place avant le diagnostic de cancer du sein.

• **Lambeaux et RTE :**

- radiothérapie après reconstruction immédiate par lambeaux ;
- reconstruction mammaire différée par lambeaux autologues après RTE.

• **Matériel prothétique et RTE.**

Prothèses et RTE

Dans la chirurgie plastique mammaire, l'utilisation d'une prothèse apparaît comme le geste le plus simple. Il peut s'agir d'une prothèse d'augmentation à visée esthétique mise en place avant le diagnostic de cancer du sein, ou d'une chirurgie de reconstruction mammaire immédiate ou différée.

Irradiation d'une prothèse d'augmentation à visée esthétique mise en place avant le diagnostic de cancer du sein

La chirurgie mammaire d'augmentation est en pleine expansion [7]. De plus en plus de femmes sont porteuses de prothèses mammaires et nous serons plus souvent confrontés à la prise en charge de cancers du sein sur ce terrain.

Le plus souvent, la glande mammaire étant en place, il s'agit d'une prothèse de petit volume, mise en place en situation rétropectorale ou prépectorale. Cette chirurgie à visée esthétique est ancienne dans la plupart des cas.

Classiquement, le diagnostic est plus difficile car la prothèse gêne la lecture de la mammographie. Il est cependant facilité par la mammographie numérique et l'IRM.

La tumeur diagnostiquée peut être suffisamment petite pour permettre une chirurgie sans ablation de la prothèse, surtout si celle-ci est en position rétropectorale. Si la radiothérapie est nécessaire, en particulier en cas de chirurgie conservatrice de la glande mammaire, elle est alors réalisée sans tenir compte de la prothèse. Dans notre expérience, il n'existe pas de modification prothétique ou périprothétique à l'occasion de cette irradiation. Victor [8] rapporte 100 % de résultats esthétiques bons ou excellents après radiothérapie sur prothèse d'augmentation comparés à 54 % après radiothérapie sur sein reconstruit par prothèse.

Les résultats sont moins favorables pour Handel [9], qui retrouve 65 % de rétraction capsulaire, ou pour Mark [10] qui en retrouve 57%.

Le résultat cosmétique dépend également de la situation de la prothèse avec, pour Guenther [11], 100 % de bons résultats pour une implantation rétropectorale et 79 % pour une implantation rétro glandulaire, 50 versus 30 % pour Handel [9].

Reconstruction mammaire immédiate par prothèse suivie de radiothérapie

Dans le cadre d'une prise en charge chirurgicale moins traumatisante, il a été proposé depuis une vingtaine d'années une reconstruction mammaire immédiate. Dans une étude prospective du choix des patientes, 76 % choisissaient la reconstruction immédiate [12].

Lorsqu'il y a nécessité d'une irradiation du fait des résultats histologiques, la prothèse est irradiée comme s'il s'agissait d'une chirurgie conservatrice. Dans ces cas, il a été décrit un nombre plus important de capsulites rétractiles (grades III ou IV de Baker [13]) [7, 14-16], pouvant conduire à une reprise chirurgicale du fait de douleurs ou de détérioration trop importante du résultat esthétique. Les constructeurs ont proposé des prothèses dont la surface a été modifiée (type prothèse texturée) avec une diminution du risque de coques d'environ un quart. Le cas particulier des expandeurs, remplacés par la prothèse définitive 4 à 6 mois plus tard après expansion progressive des tissus, paraît avoir des résultats encore moins bons [3, 4, 17, 18]. Les tissus irradiés perdent en élasticité, entraînant des douleurs et une difficulté à l'expansion ainsi qu'un résultat esthétique altéré avec en particulier moins de projection. Dans la série de Marseille [19], la radiothérapie multiplie par trois le taux d'échec de la reconstruction (24 % versus 9 %).

La physiopathologie des coques est mal connue : la coque périprothétique est une réaction physiologique de l'organisme pour isoler le corps étranger représenté par la prothèse. Ce phénomène est d'importance variable d'un cas à l'autre, et reconnu comme plus fréquent lorsqu'il y a irradiation de la prothèse. Il peut aller d'une simple augmentation de la fermeté du sein reconstruit à une déformation importante avec rétraction scléreuse et douleurs importantes, voire une exposition de la prothèse dans les cas les plus graves.

Les plasticiens décrivent des patientes porteuses de prothèses bilatérales avec une capsulite d'un seul côté, signant la thèse d'une coque due davantage aux phénomènes inflammatoires périprothétiques qu'aux réactions propres à la patiente.

Cette réaction périprothétique est classiquement considérée comme moins importante dans l'évaluation des patientes que dans celle des chirurgiens [20].

Les prothèses en sérum physiologique sont moins utilisées à l'heure actuelle en France depuis la levée du moratoire sur les prothèses en gel de silicone. Il est cependant intéressant d'en évaluer les résultats. Spear [7, 15] a comparé les résultats en termes de reprise chirurgicale pour capsulite rétractile et mauvais résultat esthétique, entre prothèse non irradiée et prothèse irradiée. Dans le premier groupe, 10 % des patientes ont nécessité une correction par lambeau sans ablation de la prothèse. Dans le second, 47,5 % ont nécessité une réintervention avec utilisation d'un lambeau, soit en remplacement de la prothèse, soit en la conservant.

À l'heure actuelle, lorsque la présentation de la tumeur en préopératoire laisse supposer la nécessité d'une irradiation de la paroi thoracique (et donc du sein reconstruit), la reconstruction est différée à distance de la radiothérapie (classiquement, un an) [3, 8, 16, 21, 22]. Certains auteurs évoquent la possibilité d'irradier une prothèse en place chez les patientes ayant bénéficié d'une chimiothérapie. Ils pensent que les quatre à cinq mois durant lesquels la chimiothérapie a été réalisée permettent aux réactions inflammatoires périprothétiques de s'améliorer, diminuant ainsi le risque de capsulite. On retrouve dans la littérature l'influence du timing de la reconstruction par rapport à la RTE sur le résultat esthétique [20].

Reconstruction mammaire différée par prothèse après RTE

Classiquement, on demande aux patientes d'attendre un an après la fin de la radiothérapie de paroi avant d'envisager une reconstruction mammaire différée par prothèse. La peau et le tissu pariétal précostal sont le plus souvent modifiés par la radiothérapie. L'état local des téguments est primordial pour choisir la technique de reconstruction. Les signes de radiodystrophies peuvent être très variables. On peut voir sur la peau une dyschromie à type d'hyperpigmentation plus ou moins marquée associée ou non à des télangiectasies. Ces séquelles sont d'autant plus importantes que la dose par fraction est élevée, allant jusqu'à 2,5 Gy par fraction dans la série de Gorodetsky [23]. Il faut éviter les doses par fraction supérieures à 2 Gy, voire privilégier les fractions de 1,8 Gy. La peau est souvent plus fine avec diminution de l'élasticité. Il semblerait cependant qu'il n'y ait pas d'altération de la circulation cutanée par la radiothérapie [24].

Le tissu sous-cutané peut être légèrement fibreux ou se présenter comme un véritable placard. Les séquelles graves peuvent aller jusqu'à une sclérose importante de la paroi, voire une radionécrose, contre-indiquant la mise en place d'une prothèse en l'état, et obligeant le chirurgien à utiliser des tissus autologues de couverture, souvent un lambeau du grand dorsal en Europe, plutôt un TRAM aux États-Unis.

Ces séquelles sont probablement liées à une susceptibilité personnelle des patientes en premier lieu. Mais elles peuvent être diminuées avec une dosimétrie de qualité qui permet de choisir l'énergie des rayonnements et les rendements en fonction de l'anatomie

de la patiente et, en particulier, de l'épaisseur de la paroi déterminée sur scanner. La dose peut également être homogénéisée par l'utilisation d'un bolus ou l'adjonction de champs plus petits destinés à compenser les différences d'épaisseur de la paroi. Elles peuvent, enfin, être diminuées par des soins locaux avant et en cours de radiothérapie. Des massages soigneux et énergiques de la paroi dans toute son épaisseur diminueront l'œdème et l'inflammation, amélioreront la circulation locale, et par là, diminueront la fibrose postradiothérapique.

En reconstruction différée, les expandeurs sont également difficiles à utiliser en cas de tissus fibrosés avec, en particulier, moins de projections [25] et plus de phénomènes douloureux lors de l'expansion [26]. Il a été décrit dans ce groupe 60 % de complications ou de résultats défavorables [25, 27].

Lambeaux et RTE

Qu'elle soit immédiate ou différée, la reconstruction mammaire par lambeaux autologues semble donner un meilleur résultat esthétique [28], mais cette technique est plus complexe que la reconstruction par prothèse et doit être proposée à une population sélectionnée.

Radiothérapie après reconstruction immédiate par lambeaux

Dans les reconstructions immédiates par lambeaux autologues exclusifs (TRAM, grand dorsal, DIEP...), la radiothérapie semble dégrader les résultats cosmétiques pour certains [17, 29, 30] avec cytotéatonecrose de la graisse, fibrose et rétraction du lambeau comparé à un groupe témoin faisant préconiser l'utilisation d'un lambeau plus large pour anticiper cette rétraction [31]. Les nécroses paraissent plus fréquentes pour les reconstructions par DIEP plutôt que par TRAM, probablement du fait d'une moins bonne vascularisation [32].

Dans cette chronologie, il est possible de réaliser une correction chirurgicale à distance de la radiothérapie, en fonction de l'importance des séquelles. Pour d'autres, les résultats cosmétiques ne sont pas modifiés par la radiothérapie [21, 22, 30, 33-38].

Lorsque la reconstruction par lambeaux autologues est envisagée, les premiers recommandent fortement de la réaliser après la radiothérapie. Les autres sont confiants dans les résultats esthétiques après irradiation du lambeau. Ils conseillent de privilégier la reconstruction par lambeaux autologues plutôt que l'utilisation d'une prothèse, si la radiothérapie doit être réalisée après la reconstruction.

Reconstruction mammaire différée par lambeaux autologues après RTE

Différer la reconstruction après la radiothérapie est sans doute la meilleure solution quand on souhaite utiliser un lambeau autologue. Cette technique est particulièrement intéressante en cas de séquelles importantes de la radiothérapie. Dans des mains expéri-

mentées, les résultats sont souvent excellents. La zone présentant des séquelles (fibrose ou télangiectasie) peut être largement excisée. La reconstruction par TRAM apparaît comme mieux adaptée [36], mais chaque cas reste particulier.

Enfin, la radiothérapie interfère avec tous les types de reconstruction.

Sur une reconstruction par prothèse, elle augmente les phénomènes de capsulite rétractile ; avant la mise en place de la prothèse, elle peut altérer les tissus, rendant cette reconstruction plus complexe.

Sur un lambeau autologue, elle semblerait favoriser les complications tardives par fibrose et stéatonecrose sur une zone cicatricielle, alors que la reconstruction par lambeau après radiothérapie favoriserait les complications précoces de type nécrose, par mauvaise vascularisation du lambeau [29, 30]. Dans les cas de radiothérapie après reconstruction, l'utilisation de lambeaux autologues semble donner de meilleurs résultats [4, 7, 28]. Malgré ces constatations, la satisfaction globale et esthétique des patientes ayant bénéficié d'une reconstruction ne paraît pas différente qu'elles aient été irradiées ou pas [12, 39] et le corps médical considère que les résultats sont acceptables dans la plupart des cas [35].

Matériel prothétique et radiothérapie

L'influence du matériel prothétique sur la distribution de dose a été considérée comme négligeable [6, 20, 35, 40, 41] : à 2 mm de la prothèse, on retrouve au plus une augmentation de 7 % de la dose. Le coefficient d'absorption linéaire du gel de silicone est comparable à celui de l'eau [42], ce qui n'entraîne pas de modification de la distribution de dose [6]. La valve des prothèses gonflables entraîne également des modifications négligeables de la distribution de dose. Les lambeaux n'ont, bien sûr, pas d'impact sur la distribution de dose.

L'influence de la radiothérapie sur le matériel prothétique a fait l'objet de plusieurs publications. En 1980, Shedbalkar [42] publiait une étude des réactions des prothèses mammaires en silicone ou en sérum physiologique à l'effet des radiations. Il concluait que les prothèses mammaires ne sont pas affectées par une irradiation de 100 Gy. Avant lui, Brown [43] et Hoopes [44] avaient déjà étudié les effets de la radiothérapie sur des prothèses en silicone. Le premier avait noté des modifications de densité à 40 Gy, et le second, des modifications de la résistance à l'étirement de l'enveloppe de la prothèse pour 60 à 100 Gy, allant jusqu'à une diminution de moitié.

La conclusion de ces différentes études est que la radiothérapie peut modifier l'aspect et la consistance des prothèses alors que les prothèses ne modifient pas la distribution de dose, ni, par conséquent les effets de la radiothérapie [40].

En 2001, les prothèses préremplies en gel de silicone cohésif ont été réintroduites en France. L'offre est variée, la cohésivité du gel est variable d'un fabricant à l'autre et même chez le même fabricant. Il en est probablement de même pour la solidité de l'enveloppe.

On ne connaît pas l'effet de la radiothérapie sur les prothèses de "nouvelle génération", en particulier sur la cohésivité du gel et sur la résistance des enveloppes à la rupture. C'est l'objet de notre démarche.

Nous avons mis en place une expérimentation visant à irradier des prothèses mammaires à une dose de 50 Gy en 25 fractions de 2 Gy et en cinq semaines, dans des conditions équivalentes au traitement de nos patientes.

Deux fabricants de prothèse (Sebin et Mentor) nous ont fourni chacun deux types de prothèses mammaires en gel de silicone, de forme ou de cohésion différentes pour chaque type, chaque fois en trois exemplaires identiques.

Pour chaque type de prothèse, deux des trois exemplaires ont été irradiés. Nous analyserons la cohésivité du gel et la résistance à l'étirement de la capsule en fin de radiothérapie et à un an de la fin de l'irradiation en comparant les résultats à une prothèse témoin pour chaque type.

L'irradiation a démarré en juin 2005 et nous espérons pouvoir présenter les premiers résultats au cours de ce congrès.

Conclusion

Aucune étude de la littérature n'a d'effectif suffisant pour évaluer toutes les variables pouvant intervenir dans les résultats cosmétiques et le risque de complications. On sait que la radiothérapie interfère dans les résultats des reconstructions mammaires, entraînant en particulier des coques périprothétiques plus fréquentes. **Le choix du projet thérapeutique doit privilégier les reconstructions différées lorsque la radiothérapie est indiquée.**

Comme la fibrose postradiothérapique habituelle, les réactions périprothétiques à type de coque semblent augmentées en présence de phénomènes inflammatoires et œdémateux. Elles apparaissent comme minimales chez les patientes ayant des prothèses d'augmentation anciennes ou dont l'irradiation a été différée par rapport à la reconstruction du fait de la chimiothérapie adjuvante (à confirmer par un enregistrement prospectif). Il faut donc se donner les moyens d'obtenir rapidement une bonne cicatrisation : sélection rigoureuse des patientes (non fumeuses, non obèses, non diabétiques), attention particulière portée à la prévention des lymphocèles et des hématomes, massage précoce des prothèses...

Cependant, l'avantage psychologique de la reconstruction immédiate est de plus en plus reconnu. En cas de radiothérapie précoce, on pourrait favoriser la reconstruction par lambeaux autologues, qui est moins altérée par la radiothérapie.

Enfin, si nous pouvons mettre en évidence une modification des prothèses par la radiothérapie, la recherche en transfert devrait permettre de progresser également dans cette voie.

En attendant les résultats de futures études, on peut penser que les résultats sont, avant tout, patiente et opérateur dépendants.

Références bibliographiques

- [1] Overgaard M, Hansen PS, Overgaard J et al. Postoperative radiotherapy in high risk premenopausal women with breast cancer who receive adjuvant chemotherapy. Danish Breast Cancer Cooperative Group 82b Trial. *NEJM* 1997; 337: 949-55.
- [2] Ragaz J, Jackson SM, Le N et al. Adjuvant radiotherapy and chemotherapy in node positive premenopausal women with breast cancer. *NEJM* 1997; 337: 956-62.
- [3] Ringberg A. Immediate breast reconstruction after mastectomy for cancer. *Eur J Surg Oncol* 1999; 25(5): 470-6.
- [4] Senkus-Konefka E, Welnicka-Jaskiewicz M, Jaskiewicz J, Jassem J. Radiotherapy for breast cancer in patients undergoing breast reconstruction or augmentation. *Cancer Treatments Reviews* 2004; 30: 671-82.
- [5] Fédération nationale des centres de lutte contre le cancer. Standards, Options et Recommandations. *Cancers du sein infiltrants non métastatiques*. 2001: 117-25.
- [6] Chu FC. Radiation therapy of cancer in prosthetically augmented or reconstructed breasts. *Radiology* 1992; 185(2): 429-33.
- [7] Spear SL. Staged breast reconstruction with saline filled implants in the irradiated breast: recent trends and therapeutic implications. *Plast Reconstr Surg* 2000; 105(3): 930-42.
- [8] Victor SJ. Treatment outcome with radiation therapy after breast augmentation or reconstruction in patients with primary breast cancer carcinoma. *Cancer* 1998; 82(7): 1303-9.
- [9] Handel N, Lewinsky B, Jensen JA et Sylverstein MJ. Breast conservation therapy after augmentation mammoplasty: is it appropriate? *Plast Reconstr Surg* 1996; 98(7): 1216-24.
- [10] Mark RJ, Zimmerman RP, Greif JM. Capsular contracture after lumpectomy and radiation therapy in patients who have undergone uncomplicated bilateral augmentation mammoplasty. *Radiology* 1996; 200(3): 621-5.
- [11] Guenther J, Tokita K, Giuliano A. Breast conserving surgery and radiation therapy after augmentation mammoplasty. *Cancer* 1994; (73): 2613-8.
- [12] Arnaud S, Houvenaeghel G, Rouannet P et al. Immediate or delayed breast reconstruction after mastectomy for cancer: Women's opinion. *ESO* 2002. *Eur J Surg Oncol* 2002; 28: (abstr) 330.
- [13] Little G, Baker JL. Results of closed compression capsulotomy for treatment of contracted breast implant capsules. *Plast Reconstr Surg* 1980; 65: 30-3.
- [14] Rosato RM. Radiation therapy as a cause of capsular contracture. *Ann Plast Surg* 1994; 32(4): 342-5.
- [15] Spear SL, Maxwelle GP. Discussion. *Plast Reconstr Surg* 1995; 96: 1116-8.
- [16] Vandeweyer E, Deraemaeker R. Radiation therapy after immediate breast reconstruction with implants. *Plast Reconstr Surg* 2000; 106: 56-8.
- [17] Rogers NE, Allen RJ. Radiation effects in breast reconstruction with the deep inferior epigastric perforator flap. *Plast Reconstr Surg* 2002; 109: 1919-26.
- [18] Shankar RA, Nibhanupudy JR, Sridhar R et al. Immediate breast reconstruction impact on radiation management. *J Natl Med Assoc* 2003; 95: 286-95.
- [19] Tallet AV, Salem N, Moutardier V et al. Radiotherapy and immediate two-stage breast reconstruction with a tissue expander and implant: complications and esthetic results. *Int J Rad Oncol Biol Phys* 2003; 57(1): 136-42.
- [20] Kuske RR, Schuster R, Young L et al. Radiotherapy and breast reconstruction: clinical results and dosimetry. *Int J Rad Oncol Biol Phys* 1991; 21: 339-46.
- [21] Barreau-Pouhaer L, Lê MG, Rietgens M et al. Risk factors for failure of immediate breast reconstruction with prosthesis after total mastectomy for breast cancer. *Cancer* 1992 (70): 1145-51.
- [22] Buchholz TA, Strom EA, Perkins GH et al. Controversies regarding the use of radiation after mastectomy in breast cancer. *Oncologist* 2002; 7: 539-46.

- [23] Gorodetsky R, Lotan C, Piggott K et al. Late effects of dose fractionation on the mechanical properties of breast skin following post-lumpectomy radiotherapy. *Int J Rad Oncol Biol Phys* 1999; 45(4): 893-900.
- [24] Benediktsson K, Perbeck L. The influence of radiotherapy on skin circulation of the breast after subcutaneous mastectomy and immediate reconstruction. *Br J Plast Surg* 1999; 52: 360-4.
- [25] Forman DL, Chiu R, Restifo RJ et al. Breast reconstruction in previously irradiated patients using tissue expanders and implants: a potentially unfavorable result. *Ann Plast Surg* 1998; 40: 360-4.
- [26] Kraemer O, Anderson M, Sim E. Breast reconstruction and tissue expansion in irradiated versus non irradiated women after mastectomy. *Scand J Plast Reconstr Hand Surg* 1996; 30: 201-20.
- [27] Evans GR, Schusterman MA, Kroll SS et al. Reconstruction and the radiated breast: Is there a role for implants? *Plast Reconstr Surg* 1994; 96: 1111-5.
- [28] Chawla AK, Kachnic LA, Taghian A et al. Radiotherapy and breast reconstruction : complications and cosmesis with tram versus tissue expander/implant. *Int J Rad Oncol Biol Phys* 2002; 54(2): 520-6.
- [29] Tran NV, Chand DW, Gupta A et al. Comparison of immediate and delayed free TRAM flap breast reconstruction in patients receiving postmastectomy radiation therapy. *Plast Reconstr Surg* 2001; 108: 78-82.
- [30] Williams JK, Carlson GW, Bostwick J et al. The effects of radiation treatment after TRAM flap breast reconstruction. *Plast Reconstr Surg* 1997; 100: 1153-60.
- [31] Bostwick J. Reconstruction after mastectomy. *Surg Clin North Am* 1990; 70: 1125-40.
- [32] Kroll SS. Fat necrosis in free transverse rectus abdominis myocutaneous and deep inferior epigastric perforator flaps. *Plast Reconstr Surg* 2000; (106): 576.
- [33] Hanks SH, Lyons JA, Crowe J et al. The acute effects of postoperative radiation therapy on the TRAM flap used in immediate breast reconstruction. *IJROBP* 2000; (47): 1185.
- [34] Hunt KK, Baldwin BJ, Strom EA et al. Feasibility of postmastectomy radiation therapy after TRAM flap breast reconstruction. *Ann Surg Oncol* 1997; (4): 377.
- [35] Moulds JE, Berg CD. Radiation therapy and breast reconstruction. *Radiat oncol investig* 1998; 6(2): 81-9.
- [36] Tran NV, Evans GR, Kroll SS et al. Discussion by J Bostwick. Postoperative adjuvant irradiation: Effects on TRAM flap breast reconstruction. *Plast Reconstr Surg* 2000; 106: 313-7.
- [37] Williams JK, Bostwick J, Bried JT et al. TRAM flap reconstruction after radiation treatment. *Ann Surg* 1995; 221: 756-66.
- [38] Zimmerman RP, Mark RJ, Kim AI et al. Radiation tolerance of TRAM flaps used in immediate breast reconstruction. *Am J Clin Oncol* 1998; (31): 381.
- [39] Krueger EA, Wilkins EG, Strawderman M et al. Complications and patient satisfaction following expander/implant breast reconstruction with and without radiotherapy. *Int J Rad Oncol Biol Phys* 2003; 49(3): 713-21.
- [40] Klein EE, Kuske RR. Changes in photon dose distributions due to breast prostheses. *Int J Rad Oncol Biol Phys* 1993; 25(3): 541-9.
- [41] Moni J, Graves-Ditman M, Cederna P et al. Dosimetry around metallic ports in tissue expanders in patients receiving postmastectomy radiation therapy : an ex vivo evaluation. *Med Dosim* 2004; 29: 49-54.
- [42] Shedbalkar AR, Devata A, Padanilam T. A study of effects of radiation on silicone prosthesis. *Plast Reconstr Surg* 1980; 65: 805-10.
- [43] Brown JB, Ohwiler DA. Study and use of synthetic materials such as silicones and Teflon as subcutaneous prosthesis. *Plast Reconstr Surg* 1960; 26: 264.
- [44] Hoopes JE, Edgerton MT and Shelly W. Organic synthetics for augmentation mammoplasty: their relation to breast cancer. *Plast Reconstr Surg* 1967; 39: 263.