

MRガイド下吸引式乳房組織生検 (VAB) の使用および手技に関する学際的コンセンサス: 欧州コンセンサス会議の結果

Interdisciplinary consensus on the uses and technique of MR-guided vacuum-assisted breast biopsy (VAB): Results of a European consensus meeting

Sylvia H. Heywang-Köbrunner^{a,b}, Ruchi Sinnatamby^c, Annette Lebeau^d, Antje Lebrecht^e, Peter D. Britton^c, Ingrid Schreer^f, Consensus Group¹

^a Center for Breast Diagnosis Munich, Radiologie Haidhausen, Medizinisches Versorgungszentrum, Einsteinstr. 1, 81675 München, Germany

^b Reference Center for Mammography Munich, Einsteinstr. 3, 81675 München, Germany

^c Cambridge University, Box 97, Addenbrooke's Hospital, Cambridge CB2 2QQ, UK

^d Department of Pathology, University Medical Center Hamburg-Eppendorf, Martinistr. 52, D-20246 Hamburg, Germany

^e Department of Obstetrics and Gynaecology, Johannes Gutenberg-University Mainz, Langenbeckstr. 1, D-55131 Mainz, Germany

^f Mammazentrum des Universitätsklinikums Schleswig-Holstein, Campus Kiel, Fachbereich Medizin, Michaelisstr. 16, 24105 Kiel, Germany

抄 録

目的: MR ガイド下吸引式乳房組織生検 (VAB) の品質保証

方法: 既存の文献および乳房画像と VAB の欧州の専門家からなる学際的グループの経験に基づき合意に達した。

結果: MR ガイド下 VAB の適応を決定する前に、既存の基準に従い詳細な画像検査を行わなければならない。MRI によってのみ描出可能な病変に対して、本手技が行われる必要がある。

正確な診断のために、小さな病変も十分に採取することを意図して、24 個より多くのコア採取 (11 ゲージ) をルーチンで試みる必要がある。

生検部位および病変との近さを明らかにし、それによっておよその生検の精度を明らかにするために、生検後に再度撮像を行う必要がある。定例の学際的会議においてすべての患者について討議し、患者の管理について得られた合意を記録すること。すべての MR ガイド下 VAB の結果とその後のフォローアップに関する定期的な検討とレビューが推奨される。

結論: この合意には、MR ガイド下 VAB の適応、パフォーマンスパラメータ、学際的解釈の治療勧告、記録とフォローアップのプロトコールが含まれる。これは、経皮的生検の公式な勧告に代わるものではない。

1. はじめに

MRI は、他の検査では描出されない悪性病変を検出することができる。そこで、ハイリスク患者の MR スクリーニング [1-3]、乳房温存術前の病期診断、乳房温存術や豊胸術後の問題解決、および原発不明癌患者における原発腫瘍の検索 [4, 5] など、現在では適応の拡大が提唱されている。しかし、すべての乳房画像と同様に MRI にも特異度に限界がある。MRI によってのみ検出された病変の陽性適中度は、患者の選択や MR 読影法に依存するが、15 ~ 40% である [6-16]。従って、決定的な治療の変更 (乳房切除術など) を行う前には、MR 検出病変の病理組織学的評価が必須である。このような病変の一部は「セカンドルック」超音波検査により後で特定できることがある [17]。もし、超音波検査にて十分な確実性で描出できる場合は、超音波ガイド下で生検されるかもしれない。それ以外の病変においては、MR ガイド下でのターゲティングが必要である。

多くの乳腺専門施設では、MR ガイド下のワイヤー留

置が行われている。MR ガイド下コア針生検 (CNB) が、一部の研究者により実施されている [18-24]。しかし、おそらく適切な採取に関しては不確実であるため広く普及しておらず、現在は MR ガイド下吸引式乳房組織生検 (VAB) に取って代わられつつある。

MR ガイド下 VAB が最初に報告されたのは 1999 年である [25]。本手技は最適化され、欧州多施設共同試験において再現性が立証された [26, 27]。MR ガイド下 VAB は他の著者によっても報告されており、他の吸引装置を用いた最初の報告も発表されている [28-33]。本手技が普及してきたため、MR ガイド下 VAB で確実に最大の利益が得られるように、手技の決定と品質保証プロトコールの最適化を目的として、2006 年 6 月 19 日に、ドイツの Norderstedt において学際的コンセンサス会議を開催することが決定された。参加者は、本会議を主催した Ethicon Endosurgery、Norderstedt より招待されたが、結果に影響はなかった。

2. 方法

本会議の参加者は全員が乳腺画像の専門家であり VAB の熟練者であった。診断、放射線医学、病理および婦人科に関する分野が発表された。主題のリストと討論の声明を作成した著者が、討議を監修した。

主題のリストに関する短い発表の後、それぞれの討議を行い適切な声明が作成された。さらなる項目を加え討議し、適切な改訂が行われた。

各主題は、グループにより承認される声明と用語が作成されるまで討議された。各討議は、作成した声明に対する票決で終了した。すべての合意された声明は、会議中に文書化された。会議終了時、声明のリストが参加者全員により承認された。合意に達した声明は、オンラインで記述されたコンセンサス会議の資料の後に著者によってまとめられた。文書を全参加者に郵送し、いくつか修正した後(書面または電子メール通信に基づき)、書面による合意を参加者から得た。

3. 結果

3.1. MR ガイド下経皮的乳房生検の前提条件および生検手技の選択

MR ガイド下 VAB の適応を決定する前に、既存の基準に従い詳細な画像検査を行わなければならない。マンモグラフィや超音波により病変が十分に描出できる場合は、これらを第一選択の生検ガイド法とすること。

逆に、MR ガイド下生検が必要と考えられる場合は、これを他の方法に置き換えるべきではない。特に、本グループは MR ガイドの代わりにコンピュータ断層撮影(CT)ガイドを用いることは推奨しない。

MR 生検を実施する前に、病変が MR によって明確かつ再現性よく描出可能であることを確認すること。

すべての現在利用可能な CE 標識 MR 位置決めシステム(いわゆる「乳房生検用コイル」)は、針の挿入や局所麻酔の使用による組織の変位を最小限に留めるように乳房を固定する。これには通常 1 つ以上の基準マーカーが備えられており、病変の座標を計算する基準として用いられている。これらのシステムは、針や導入シースやプローブを病変に向かって誘導する認可されたソフトウェアとともに用いること。

乳房組織生検システムは、乳房が十分固定され、病変へのインターベンションに用いる器具を再現性よく

ガイドして、最適にアプローチできること。生検システムおよびソフトウェアは、利用可能な MR システムと互換性があるものであること。

生検デバイスは、外側および内側の両方からのアプローチが可能なものの方が、外側アプローチのみよりも望ましい。

診断的画像検査において MR ガイドの必要性を決定するとき、本グループは手技に関して以下の点を提唱している。

MR ガイド下経皮生検は、MR ガイド下の針留置後の外科的切除生検を行うことよりも望ましい。それは本グループにより討議された以下の理由による：もし経皮生検により病変が正常(B1)または良性(B2)であることが確認され、病理組織検査と画像が一致した場合、通常は手術の必要はない。これ以外のすべての場合、術前の組織の確認により手術計画を最適なものとし、よりよい費用対効果を提案できる可能性がある。また、患者にとってより特異的であり、インフォームドコンセントが得やすくなる根拠となる[34-37]。上記の論拠は、経皮的生検の使用に関する国際ガイドラインに従っている。

MR によってのみ描出される病変に対して、MR ガイド下 VAB は MR ガイド下コア生検に優先して行われるべきである。この合意声明は本グループにより承認されたが、グループは従来の画像により描出できる多くの病変(特に超音波により、プロスペクティブまたはレトロスペクティブに描出できるもの)は、CNB や穿刺吸引生検(FNAB)で大幅に低いコストで良好な結果が得られるという事実を認めている。

MRI によってのみ描出される病変に、CNB ではなく VAB を推奨する論拠には以下の考察が含まれている。

- 主に小さな病変(超音波では描出できない)や微小石灰化に関しては、ステレオタクティック VAB の方が CNB よりも優れていると報告され、認められている。これにより DCIS(非浸潤性乳管癌)が証明されるか否定されるかは大きな問題である[34-39]。
- MRI によってのみ描出される病変は、平均してより小さい傾向にある。また、MR でしか描出できない悪性腫瘍に占める DCIS の割合、および病理組織学的に B3 病変(欧州ガイドライン[40]の定義によると生物学的潜在能力が不明の良性病変であり、異型乳

- 管過形成、小葉新生物、乳頭状病変、放射状病変など)と分類される病変の全体的な比率がより高くなる傾向にある[8-14]。診断の精度、正確な分類、これらの病変の否定は、採取される組織量によって上昇する。
- アクセスに制限があることと連続モニタリングができないために、正確なターゲティングと組織変位(出血や局所麻酔または針挿入による)の補償が重要であり、これはVABによる連続吸引とより多くの組織採取によって可能となる。さらに、穿刺腔を良好に可視化でき、また造影される病変の縮小または除去が直接観察できることから、VABのみが手技中および終了後のターゲティングの再照合が可能である。
 - 上記の要因は、最適な診断精度を保証しており、MR VAB もいくつかの独立した研究や欧州の多施設共同研究によって確認されている[13, 26-33]。
 - 最後に、MR ガイド下乳房生検の最も時間と費用がかかる部分は、MR 時間と MR ガイダンスが関係している。したがって、結果が不確実であったために手技を繰り返すようなことは避けるべきである。

病変がMRガイド下VABによりアクセスできないと考えられる場合、MRガイド下の針留置後の手術を推奨することに、本グループは同意している。

3.2. MRガイド下VABの適応

1. 上述の前提条件を満たしていること。特に、病変が実際に描出可能でありMRIによってのみアクセスできることを確実にするために、すべての合理的な段階を踏むこと。すべてのMR検出病変は、慎重に目標を定めた「セカンドルック」超音波を行い、これで確実に病変を描出することができなかった場合に限りMRガイドに進むこと。
2. MRガイド下VABは、BIRADS IV(要生検)またはBIRADS V(悪性を強く疑う)に分類された病変が適応である。個々の症例において、生検はBIRADS III病変であっても適応となることがある。
3. ホルモンに誘発された可能性があるMR検出の不確かな病変の場合は、病変の再現性を確認するために、診断的MRを再度実施することを考慮すること。
4. 患者は、腹臥位で手技の間動かないことに耐えられること。実施上の観点から、最低60分間この姿勢を

維持できることが必要である。

5. MRガイド下VABの禁忌は以下のとおり。

- MRIが禁忌であることが分かっている患者
- 造影剤が禁忌となると考えられる著しい腎障害を有する患者(リスクの判定には現地ガイドラインを用いる)
- 局所麻酔剤または造影剤に対しアレルギーがあることが分かっている患者

6. 以下の相対的禁忌に対し慎重に考慮すること。

- 針の進入が行えない、または安全でない胸壁に近い病変
- 凝固障害を有する患者
- 乳房インプラントをしている患者。インプラントをしている患者の多くは、インプラントの完全性を危険にさらすことなく圧迫した乳房にアクセスすることは不可能である。

3.3. VAB手順の品質保証

MRガイド下VAB手順には、以下を含めること。

- 患者からインフォームドコンセントを得ること。
- 適切な乳房固定を用いた専用の乳房MR位置決めシステムを用いること。
- VAB手順の前に、造影剤静脈内投与前と投与後の乳房全体を撮像すること。スライス厚は十分な空間分解能を保証するために最小限とすること。病変の描出に、サブトラクション法や脂肪抑制法を用いてもよい。
- 正確な位置決めを行うために、3次元の計画を用いること。
- 生検デバイスは外側または内側アプローチが選択できるものが望ましい。
- 胸壁を傷つけず、VABプローブを穿刺するための十分な乳房の厚みが確保できるようなアクセスを選択すること。
- VABは、最小プローブサイズは11ゲージを用いて行うこと。
- サンプリング開始前に、ターゲットの位置にプローブイントロデューサーが刺入された患者を再撮像することにより、ターゲティングを確認すること。
- 採取するコアの平均個数は、11ゲージのプローブで25個以上であること(より大きなプローブを用いる場合は同等量)。

- 診断目的では、小病変は十分に採取すること。VABは診断手順にすぎず、悪性腫瘍が疑われる場合、または確認された場合、もしくは前浸潤性腫瘍(浸潤癌、DCIS、異型)の症例での治療方法とみなしてはならない。この場合、治療目的の外科的再切除が必要である。
- B3病変(生物学的潜在能力が不明の良性病変[40])について、病理組織と画像との相関、病変のタイプ、大きさ、および個々の患者の危険因子を考慮に入れて、学際的会議において最適な患者の管理法を決定すること[34,37]。
- 病変のほとんどが摘出できる小病変の場合、生検部位に適切なマーカーを置くことを考慮すること。
- 二つ以上の病変の生検を行う場合、相互の混入を避けるために別のプローブを用いること。
- 生検後、生検部位とその病変との関係を明らかにするために、生検後MRシーケンスを最低1回実施すること。必要な場合は、さらに造影剤を静注し適切な造影検査を施行すること。
- サンプルングが明らかに病変を代表している、代表しているかどうか疑わしい、または代表していないかどうかについて記録すること。
- マーカーが用いられた場合、実施可能な範囲で速やかに、その位置を記録するために直交する2方向のマンモグラフィを行うこと。

経験および訓練に関して、本グループは以下のように提唱している。

VAB(年間>50例)と乳房MRIを含む乳房画像の両者について十分な経験を有するチームの場合、15例のMRガイド下VABで十分な技能が取得できると考えられる。

この技能を維持するためには、チームで年間最低10例を行う必要があると考えられる。

VABと乳房MRIで十分な経験を積むまでは、MRガイド下乳房生検の実施は勧められない。

3.4. 病理組織の品質保証

- 組織コアの凍結切片の検査は行わないこと。
- 検体は中性緩衝ホルマリン(4%)で固定すること。
- 提出された組織は完全に包埋し、検査を行うこと。

- 検査のために提出されたコア検体の数を記録すること。
- 最低4つのH&Eステップ片を検査し、それぞれ最低1つはHE染色を行うこと。
- 病理組織報告は、マンモグラフィスクリーニングについて確立されたBカテゴリーに従った病理カテゴリー分類(B1～B5)などの国内/国際ガイドラインに従うこと[40]。

3.5. VAB後の進め方

それぞれの症例における合意勧告に達するためには、すべての利用可能な臨床および画像情報、並びにVABの結果を比較し、学際的会議で討議することが不可欠である。

この討議には、以下の考察を含めること。

- 病理組織学的所見が画像と相関しているか否か、または不明確か否か。
- もし相関が不確実か、相関がない場合、再生検の勧告を考慮すること。
- 非腫瘍性の良性病変について、6～12ヵ月後のフォローアップMRIを考慮すること。これは可能な限り同じ施設で実施すること。

学際的討議の結果、組織診断、どのように進めるか(フォローアップ、VABの再施行、外科的切除)に関する勧告を、文書化しなければならない。

その後外科的切除(診断的または治療的)を行う場合、全症例でもう一度学際的会議において討議すること。最終的な病理報告には、以下の情報を含めること。

- 切除検体内のVAB腔の有無、大きさ、および位置の評価。
- 病変の最終的な大きさの記録。浸潤癌の場合、浸潤部と乳管内成分を別々に計測すること。VAB後、画像と病理組織の対比に基づき、学際的会議において病変の大きさをレトロスペクティブに決定すること。この勧告は国際的合意[39]にしたがっており、専門家の学際的グループにより推奨されている。
- 辺縁から病変までの距離を示さなければならない。
- 検体中に残留病変が確認できなかった場合は、VAB

により完全に病変が切除された旨を記録することが不可欠である。

3.6. 全般的な品質保証

品質保証を維持するためには、VAB 後または VAB 後の外科的切除後の全症例について、上述のような定期的な学際的討議が不可欠である。

さらに、すべての MR ガイド下 VAB の結果とその後の転帰に関する定期的な監査およびレビューが推奨される。

4. 考察

従来の乳房画像により検出された病変の評価と同様に、画像ガイド下経皮的生検により多くの利点が示されている。悪性腫瘍が判明した患者のより良い治療計画が可能となり、より良い美容的成績、および再切除の回数の減少または治療変更(乳房温存術から再切除への変更、最終的には乳房切除術に至るなど)が期待されている。治療を進める際に、方針および選択肢について患者と相談することができる。代表的な良性生検の場合、不必要な外科的生検が避けられる。MR ガイド下経皮的乳房生検のこれらの利点は、超音波やマンモグラフィにより検出された病変の経皮的乳房生検に関して知られている利点と同じである。この合意は、欧州ガイドライン、EUSOMA ガイドライン、ドイツ S3 ガイドラインの一般的勧告並びに他の国際的勧告[36-38]に従っており、これらのすべてが、可能な場合は診断的外科切除ではなく経皮的乳房生検を行うことを推奨している(症例の > 70% で要望されており、症例の > 90% で最適)。

残念ながら、形状による制約および磁場のために、MR ガイド下経皮的乳房生検は、超音波ガイド下やステレオタクティック乳房生検と比較して、困難で時間がかかり費用も高いことが明らかにされている。これらの制約のために、閉鎖マグネットのボアの中で経皮的 MR ガイド下インターベンションを実施することができず、リアルタイムにオンラインでモニターすることができない。生検は計算された病変の座標に基づいて実施することしかできないため、針挿入、局所麻酔の注入、出血または患者が動いている間に病変が変位して未検出となることがある。既に知られている特別な利点(十分

多くの組織を得ることができること、採取ミスが少ないこと、連続的吸引による出血による組織変位を避けることができること、生検の位置を直接再照合することができる腔ができること)に基づき、VAB は MR ガイドの特殊な問題を補う明確な利点があると考えられる。既存の研究によると、MR ガイド下 VAB の精度は、MR ガイド下でのワイヤー留置後の外科的切除に匹敵するとされる[8, 10, 25, 27-30, 32, 33]。現在、さらに多くの施設がこの方法の使用を開始している。しかし、使用が広まると、信頼のおける結果を維持するために、標準化された品質保証の重要性が増してくる。

この目的で、乳房画像およびインターベンションの専門家が集まり、討議し、勧告および要求される再現性に最も必要であると考えられる基準が合意された。現在の知識と、招待したすべての参加者と著者の専門的意見に基づき合意に達した。この手技の世界規模での経験に限りがあるため、この合意は最適な品質保証の第一歩に過ぎないかもしれない。経験が蓄積され、技術が向上するにつれて、さらに適合や変更が行われるものと考えられる。しかし、この合意が、新たなユーザーが手技を確立する際の問題回避に役立つことを、著者は希望する。MR ガイド下経皮的乳房生検の信頼のおける方法を確立し普及させることは、増加すると予想される MR 検出病変を安全に管理し、不必要な外科的生検を避け、現在および将来の乳房 MRI の可能性を最大にするために不可欠である。

Appendix A. Consensus Group

Name	Institution	Country
Albiter, Marcella	Hopital St Louis-AP HP, 1 avenue Claude Vellefaux 75475 Paris Cedex 10	France
Boyer, Bruno	Begin Military hospital Saint-Mandé	France
Britton, Peter	Department of Radiology, Addenbrooke's Hospital, Cambridge	UK
Casselmann, Jan	AZ St-Jan, Department of Radiology, Brugge	Belgium
Cauzza, Elena	Ospedale San Giovanni, Radiologia Diagnostica ed interventistica, Bellinzona	Switzerland
De Schriver, Ignace	Clinique de radiologie, 28 rue de Soubise, 59140 Dunkerque	France
El Khoury, Carl	Institut Curie, Paris	France
Evans, David	Breast Imaging, King's College Hospital, London	UK
Heinig, Anke	Martin-Luther-Univeristät Halle, Diagn. Radiologie	Germany
Heywang-Köbrunner, Sylvia H	Zentrum für Brustdiagnostik Radiologie Haidhausen MVZ and Ntl. Reference Center Mammography Munich	Germany
Hubbard, Anne	The Breast Unit, Castle Hill Hospital, Cottingham, Hull	UK
James, Jonathan	Nottingham Breast Institute, City Hospital, Nottingham	UK
Kurz, Katinka	Stavanger University Hospital, Department of Radiology Postboks 8100, 4068 Stavanger	Norway
Lebeau, Annette	University Medical Center Hamburg-Eppendorf	Germany
Lebrecht, Antje	Department of Gynecology and Obstetrics, Johannes Gutenberg-University Mainz	Germany
Lieux, Didier	Radiology, Saint Etienne	France
Masson, Bruno	Departement d'Imagerie Medicale, CRLCC Val d'Aurelle-Paul Lamarque, Montpellier	France
Perlet, Claudia	Praxis, Dr. Thomas Weyerstahl, Weinstr. 8, 80333 München	Germany
Rossier, Sylvianne	Centre Hospitalier, 14 rue de Mulhouse, 90016 Belfort	France
Schreer, Ingrid	Mammazentrum des Universitätsklinikums Schleswig-Holstein, Campus Kiel	Germany
Seber, Christine	Landeskrankenhaus Villach, Zentralröntgen, Nikolaigasse 43, A-9500 Villach	Austria
Siegmann, Katja	University Tübingen, Department of Radiology	Germany
Sinnatambay, Ruchi	Department of Radiology, Addenbrooke's Hospital, Cambridge	UK
Steyaert, Luc	Departementshoofd Radiologie, AZ St-Jan Brugge AV, Ruddershove 10, B-8000 Brugge	Belgium
Stöckelhuber, Beate	University of Luebeck, Department of Radiology, Ratzeburger Allee 160, 23562 Luebeck	Germany
Teh, Will	Department of Radiology, Northwick Park Hospital, London	UK
Touche, Didier	Cabinet Radiologique, Reims	France
Valentin, Fabienne	Institut Bergonie, 229 cours de l'Argonne, Bordeaux	France
Wruk, Daniela	Universitätsspital Basel, Klinik für Diagnostische Radiologie, Hebelstrasse 32, 4031 Basel	Switzerland

References

- [1] National Institute for Clinical Excellence (NICE), National Collaborating Centre for Primary Care, 2006. Familial breast cancer: Familial breast cancer. The classification and care of women at risk of familial breast cancer in primary, secondary and tertiary care <http://guidance.nice.org.uk/cg41/guidance/pdf>.
- [2] National Comprehensive Cancer Network (NCCN), 2007. NCCN Clinical Practice Guidelines in Oncology: Genetic/Familial High-Risk Assessment: Breast and Ovarian. V.1. <http://www.nccn.org/>.
- [3] Saslow D, et al. American cancer society guidelines for breast screening with MRI as an adjunct to mammography. *CA Cancer J Clin* 2007;57:75-89.
- [4] ACR 2004 practice guideline for the performance of Magnetic Resonance Imaging (MRI) of the breast. ACR practice Guideline (www.acr.org) (Res. 11) Effective 10.01.2004: Amended 2006 (Res. 35) 517-522.
- [5] AG-Mammdiagnostik der D.R.G. Recommendations for MR-mammography (Mitteilungender DRG). *Fortschr Röntgenstr* 2005;177: 474-5. doi:10.1055/s-2005-864763.
- [6] Kriege M, et al. Efficacy of MRI and mammography for breast-cancer screening in women with a familial or genetic predisposition. *N Engl J Med* 2004;351:427-37.
- [7] Kuhl CK, Morakkabati N, Leutner CC, Schmiedel A, Wardelmann E, Schild HH. MR imaging-guided large-core (14-gauge) needle biopsy of small lesions visible at breast MR imaging alone. *Radiology* 2001;220(July (1)):31-9.
- [8] Lampe D, Hefler L, Alberich T, et al. The clinical value of preoperative wire localization of breast lesions by magnetic resonance imaging—a multicenter study. *Breast Cancer Res Treat* 2002;75(2): 175-9.
- [9] Leach MO, et al. Screening with magnetic resonance imaging and mammography of a UK population at high familial risk of breast cancer—a prospective multicentre cohort study (MARIBS). *Lancet* 2005;365(9473):1769-78.
- [10] Lehman CD, Blume JD, Thickman D, et al. Added cancer yield of MRI in screening the contralateral breast of women recently diagnosed with breast cancer: results from the International Breast Magnetic Resonance Consortium (IBMC) trial. *J Surg Oncol* 2005;92(1):9-15, 1.
- [11] Lehman CD, et al. MRI evaluation of the contralateral breast in women with recently diagnosed breast cancer. *N Engl J Med* 2007;356(13):1295-303, 29.
- [12] Liberman L, Mason G, Morris EA, Dershaw DD. Does size matter—Positive predictive value of MRI-detected breast lesions as a function of lesion size. *AJR Am J Roentgenol* 2006;186(2):426-30.
- [13] Perlet C, Heywang-Köbrunner SH, Heinig A, et al. Magnetic resonance-guided, vacuum-assisted breast biopsy: results from a European multicenter study of 538 lesions. *Cancer* 2006;106(5):982-90, 1.
- [14] Sardanelli F, et al. Multicenter comparative multimodality surveillance of women at genetic-familial high risk for breast cancer (HIBCRI study): interim results. *Radiology* 2007;242(3):698-715.
- [15] Tan JE, Orel SG, Schnall MD, Schultz DJ, Solin LJ. Role of magnetic resonance imaging and magnetic resonance imaging-guided surgery in the evaluation of patients with early-stage breast cancer for breast conservation treatment. *Am J Clin Oncol* 1999;22:414-8.
- [16] Warner E, Plewes DB, Hill KA, et al. Surveillance of BRCA1 and BRCA2 mutation carriers with magnetic resonance imaging, ultrasound, mammography, and clinical breast examination. *JAMA* 2004;292:1317-25.

- [17] LaTrenta LR, Menell JH, Morris EA, Abramson AF, Dershaw DD, Liberman L. Breast lesions detected with MR imaging: utility and histopathologic importance of identification with US. *Radiology* 2003;227(3):856-61.
- [18] Fischer U, Kopka L, Grubbe E. Magnetic resonance-guided localization and biopsy of suspicious breast lesions. *Top Magn Reson Imaging* 1998;9:44-59.
- [19] Heywang-Köbrunner SH, Huynh AT, Viehweg P, Hanke W, Requardt H, Paprosch I. Prototype breast coil for MRI-guided needle localization. *J Comput Assist Tomogr* 1994;18:876-88.
- [20] Heywang-Köbrunner SH, Heinig A, Pickuth D, et al. Interventional MRI of the breast: lesion localization and biopsy. *Eur Radiol* 2000;10:36-45.
- [21] Kuhl CK, Morakkabati N, Leutner CC, Schmiedel A, Wardelmann E, Schild HH. MR imaging-guided large-core (14-gauge) needle biopsy of small lesions visible at breast MR imaging alone. *Radiology* 2001;220(1):31-9.
- [22] Lo LD, Orel SG, Schnall MD. MR imaging-guided interventions in the breast. *MRI Clinica North Am* 2001;9(2):373-80.
- [23] deSouza NM, Coutts GA, Puni RK, Young IR. Magnetic resonance imaging-guided breast biopsy using a frameless stereotactic technique. *Clin Radiol* 1996;51:425-8.
- [24] Warren RM, Hayes C. Localization of breast lesions shown only on MRI—a review for the UK study of MRI screening for breast cancer advisory group of MARIBS. *Br J Radiol* 2000;73:123-32.
- [25] Heywang-Köbrunner SH, Heinig A, Schaumlöffel U, et al. MRI-guided percutaneous excisional and incisional biopsy (PEIB) of breast lesions. *Eur Radiol* 1999;9(8):1656-65.
- [26] Prat X, Sittek H, Grosse A, et al. European quadricentric evaluation of a breast MR biopsy and localization device: technical improvements based on phase I evaluation. *Eur Radiol* 2002;12:1720-7.
- [27] Tozaki M, Yamashiro N, Fukuma E. MR-guided vacuum-assisted breast biopsy using a non-titanium needle. *Magn Reson Med Sci* 2007;6:259-64.
- [28] Daniel BL, Freeman LJ, Pyzoha JM, et al. An MRI-compatible semi-automated vacuum-assisted breast biopsy system: initial feasibility study. *J Magn Reson Imaging* 2005;21(5):637-44.
- [29] Gebauer B, Bostanjoglo M, Moesta KT, Schneider W, Schlag PM, Felix R. Magnetic resonance-guided biopsy of suspicious breast lesions with a handheld vacuum biopsy device. *Acta Radiol* 2006;47 (November (9)):907-13.
- [30] Hauth EA, Reiter K, Hoffmann O, Otterbach F, Kimmig R, Forsting M. MRI-guided vacuum-assisted breast biopsy. *Zentralbl Gynakol* 2005;127(6):400-6.
- [31] Lehman CD, Deperi ER, Peacock S, McDonough MD, Demartini WB, Shook J. Clinical experience with MRI-guided vacuum-assisted breast biopsy. *AJR* 2005;184:1782-7.
- [32] Liberman L, Morris EA, Dershaw DD, Thornton CM, Van Zee KJ, Tan LK. Fast MRI-guided vacuum-assisted breast biopsy: initial experience. *Am J Roentgenol* 2003;181(5):1283-93.
- [33] Orel SG, Rosen M, Mies C, Schnall MD. MR imaging-guided 9-gauge vacuum-assisted breast biopsy: initial experience. *Radiology* 2006;238(January (1)):54-61.
- [34] Perry N, Broeders M, de Wolf C, Tornberg S, Holland R, von Karsa L. European Guidelines for Quality Assurance in Breast Cancer Screening and Diagnosis. Fourth edition Luxembourg: Office for Official Publications of the European Communities; 2006. ISBN 92-79-01258-4.
- [35] Silverstein M, et al. International consensus conference on image-detected breast cancer: state of the art diagnosis and treatment. *J Am Coll Surg* 2001;193:297-302.
- [36] EUSOMA. The requirements of a specialist breast unit. *Eur J Cancer* 2000; 36:2288-2293.
- [37] Schulz KD, Albert U, editors. Updated Stage 3 Guideline for Early Detection of Breast Cancer in Germany. München: W. Zuckschwerdt Verlag; 2008. ISBN 978-3-8603-931-9 (German).
- [38] Fahrbach K, Sledge I, Cella C, Linz H, Ross SD. A comparison of the accuracy of two minimally invasive breast biopsy methods—a systematic literature review and meta-analysis. *Arch Gynecol Obstet* 2006; 274:63-73.
- [39] Kettritz U, Rotter K, Schreier I, Muraier M, Heywang-Köbrunner SH. Stereotactic vacuum-assisted breast biopsy in 2874 patients—a multicenter study. *Cancer* 15 January 2004; 100(2):245-51.
- [40] Amendoeira I, Apostolikas N, Bellocq JP, et al. Quality assurance guidelines for pathology: cytological and histological non-operative procedures. In: Perry N, Broeders M, de Wolf C, Toernberg S, Holland R, von Karsa L, editors. European Guidelines for Quality Assurance in Breast Cancer Screening and Diagnosis. Luxembourg: Office for Official Publications of the European Communities; 2006. 221-56.