

Die Rolle der Belichtungsautomatik in der digitalen Mammographie

In der analogen Röntgenaufnahmetechnik hat die Belichtungsautomatik (BA) die Aufgabe, in der diagnostisch relevanten Region eines Röntgenbildes für eine bestimmte mittlere optische Dichte zu sorgen. Diese liegt in der Mammographie etwa zwischen 1,2 und 1,6. Diese Aufgabe löst man in der Regel technisch dadurch, dass man das Messfeld eines in der Mammographie hinter der Kassette angebrachten Sensors (z.B. einer Ionisationskammer) durch korrekte Objektlagerung mit der genannten Region zur Deckung bringen muss und nach Auslösen der Röntgenaufnahme bei Erreichen eines vorher fest eingegebenen Wertes für die Ladungsmenge der Generator abgeschaltet wird. Standardmäßig wird – abgesehen von den möglicherweise wählbaren Parametern Anoden- und Filtermaterial sowie Filterdicke - in der Mammographie die Röhrenspannung „frei“ eingestellt, so dass über die BA im einfachsten Fall nur das mAs-Produkt geregelt wird. In zunehmendem Maße werden aber durch Einprogrammierung komplexerer Kennlinien auch die anderen Aufnahmeparameter teilweise oder vollständig in den Automatikbetrieb mit einbezogen.

Bei der Nutzung von Film-Folien-Systemen (FFS) liegt der Arbeitspunkt für eine korrekte Belichtung im linearen Bereich der Gradationskurve, der nur einen kleinen Belichtungsspielraum zulässt („kleiner Dynamikbereich“). Um diesen mit der BA sicher treffen zu können, müssen bei der analogen Mammographie noch eine Reihe von Korrekturen berücksichtigt werden: Empfindlichkeitsklasse des FFS, Spannungsgang der Folie, Schwarzschildeffekt, Absorption der Strahlung durch die Kassette und variable Transparenz des Objekts. Technische Lösungen werden in diesem Zusammenhang repräsentiert durch Begriffe wie Korrektorschalter, Objekt- und Röhrenspannungskompensation sowie automatischer Transparenzausgleich durch Doppeldetektor. Dicke und Dichte eines Objekts bestimmen seine Transparenz. Die variable Transparenz des Objektes besonders in der Mammographie kann man mit Hilfe der Doppeldetektormethode erfassen, indem die Quotienten der Signale aus den beiden durch ein Filter getrennten Detektoren zur notwendigen Schwärzungskorrektur genutzt werden.

Ein wesentlicher Gegensatz zwischen analogen (FFS) und digitalen (Speicherfolie, Festkörperdetektor) Bildempfängern repräsentiert sich durch die unterschiedlich ausgedehnten Dynamikbereiche. Der entsprechende Belichtungsumfang ist klein beim FFS und groß bei digitalen Bildempfängern. Das hat gravierende Auswirkungen auf die technischen Randbedingungen bei der Konzepterstellung von Belichtungsautomatiken. In der digitalen Mammographie muss es jetzt nicht mehr das primäre Ziel der BA sein, den Arbeitspunkt in einem sehr kleinen Belichtungsspielraum exakt zu treffen, denn

der große Dynamikbereich digitaler Bildempfänger lässt hier eine ungleich höhere Varianz zu. Diese wird nach oben limitiert durch die aufzuwendende Dosis und nach unten durch ein für die Befundung nicht mehr tolerierbares Rauschen. Wir sprechen nicht mehr von einem Arbeitspunkt sondern von einer Bandbreite, deren obere Grenze dosismäßig nicht oberhalb dessen liegen darf, was in PAS 1054 gefordert wird (Einfalldosis ≤ 10 mGy, mittlere Parenchymdosis $\leq 2,5$ mGy), und deren untere Grenze eine weitgehend rauschungestörte Befundung noch zulassen muss. Diese modifizierte Anforderung an die Einstellung des radiologisch akzeptablen Belichtungsumfangs lässt für die digitale Mammographie auch andere Belichtungstechniken zu, die ebenfalls unter die Kategorie „Belichtungsautomatik“ einzuordnen sind.

Die Absorption im zu untersuchenden Objekt wächst exponentiell mit der durchstrahlten Schichtdicke. Es ist also vorstellbar, dass bei Kenntnis der Schichtdicke, also der Dicke der komprimierten Brust, und nach automatischer Eingabe deren gemessenen Wertes in einen Rechner, in dem das mathematische Konzept des hier geltenden Schwächungsgesetzes hinterlegt ist, ein Parametersatz für die Belichtungsgrößen generiert werden kann, der bezüglich seiner Nutzung dem Prinzip einer BA entsprechen würde. Technische Lösungen dieser Art sind von verschiedenen Herstellern digitaler Mammographiegeräte (z.B. Lorad, Sectra) realisiert worden und arbeiten nach den Erkenntnissen aus Abnahmeprüfungen vollkommen problemlos.

Es ist wichtig darauf hinzuweisen, dass technische Regelungen zu digitalen Mammographiegeräten, wie die Vereinbarung zur Strahlendiagnostik und –therapie gemäß § 135 Abs. 2 SGB V der KBV, im Rahmen einer Übergangsregelung bis zum 30.06.2010 Belichtungsautomatiken zulassen, die auch andere, aus den besonderen physikalischen Gegebenheiten der digitalen Bildempfänger resultierende Aspekte, wie beispielsweise den großen Dynamikbereich, mit einkalkulieren und deshalb auch darauf beruhende automatische Belichtungstechniken, die nicht nach dem Prinzip der Dosismessung funktionieren, mit einbeziehen.

Es wäre sehr sinnvoll, wenn man bei der Forderung nach Vorhandensein einer Belichtungsautomatik nach Anlage I der SV-RL in Übereinstimmung mit der oben genannten Übergangsregelung der KBV vorgehen und bis zum 30.06.2010 auch auf der Basis dieser Regelung Automaten, die nicht nach dem Prinzip der Dosismessung arbeiten, akzeptieren würde.

Duisburg, den 26.10.2005

Prof. Dr. Ewen