

Abdominal Ultrasonographic Screening of Adult Health Study Participants

Walter J. Russell, M.D., D.M.Sc.; Yoshitaka Higashi, M.D.;
Tatsuro Fukuya, M.D.; Yutaka Hosoda, M.D.;
Junji Murakami, M.D.; Akira Mizushima, M.D.;
Akira Kawashima, M.D.; Sadayuki Murayama, M.D.;
Toshiyuki Ohuchida, M.D.; Futoshi Mihara, M.D.;
Miwako Takagi, M.D.; Shoichiro Fujita, M.S.



Radiation Effects Research Foundation

A Cooperative Japan–United States Research Organization

RERF Technical Report Series

Technical reports are the basic medium for reporting of original research carried out at the Radiation Effects Research Foundation. Reports in this series receive both internal and external peer review and may serve as the basis for publication in the open scientific literature, in part or in toto. Although they may be quoted and cited, these reports are considered to be internal publications of the Foundation. Copies are available upon request from: Editorial Office, RERF, 5-2 Hijiyama Park, Minami-ku, Hiroshima, 732 Japan.

Beginning in 1989, the RERF Technical Report Series is no longer being published in the traditional Japanese-English bilingual format. However, major reports continue to be available in both languages as separate publications. Selected reports of a highly specialized nature, for which there is presumably less general interest, are produced only in English with an extended Japanese summary.

In this way, the Foundation will be able to more expeditiously report recent findings on the late biological effects of exposure of man to ionizing radiation resulting from the atomic bombings of Hiroshima and Nagasaki.

1989年から、放射線影響研究所の業績報告書は、従来の日英両文を併記した方式では発行しない。主要な報告書については、今後も日英両文で印刷するが、それぞれ別に発行する。内容が高度に専門的であり、一般の関心が少ないと思われる報告書については英文のみとし、日本文の要約を添付する。

これにより、広島・長崎の原爆電離放射線被曝の人体に及ぼす晩発性生物学的影響に関する最近の知見を今までよりも速やかにお知らせできることと思う。

The Radiation Effects Research Foundation (formerly ABCC) was established in April 1975 as a private nonprofit Japanese Foundation, supported equally by the Government of Japan through the Ministry of Health and Welfare, and the Government of the United States through the National Academy of Sciences under contract with the Department of Energy.

成人健康調査における腹部超音波検査[§] Abdominal Ultrasonographic Screening of Adult Health Study Participants

Walter J. Russell¹, 東 義孝^{1*}, 福谷龍郎^{1**}, 細田 裕¹, 村上純滋^{1**},
水島 明^{1***}, 川嶋 明^{1†}, 村山貞之^{1‡}, 大内田敏行^{1□}, 三原 太^{1**},
高木美和子¹, 藤田正一郎²

¹ 臨床研究部(放射線科)及び²統計部

要 約

超音波検査による癌及びその他の疾患の検出能力を評価するため、広島で1981年11月1日から1985年10月31日まで、長崎で1984年8月1日から1986年7月31日までの間、成人健康調査受診者中広島3,707名、長崎2,294名の被爆者及び比較対象者の腹部超音波スクリーニング検査を行った。その結果、肝臓癌7例、胃癌3例、腎臓癌3例、膀胱癌2例並びに卵巣・膵臓・大腸・尿管・肝臓(転移性)の各癌1例、計20例の癌が検出され、検出率は0.33%であった。これらの癌診断はその後両市でそれぞれ7例が剖検又は外科手術で確認され、広島4例、長崎2例が死亡診断書から確認された。20例の癌症例のうち13例は無症状であった。これら癌20例の超音波検査による検出及び診断が行われた後、診療録を調べて、他の検査法により癌が検出されていたかどうかについて検討したが、最近癌が検出されていたのはわずかに3例であった。腫瘍登録及び組織登録についても同様に調べたが、以前に癌と診断された形跡は全く認められなかった。癌症例中10例は原爆放射線を受けており、最高は3,421 mGy (DS86)にも達したが、癌有病率と原爆放射線量との相関関係は認められなかった。超音波検査により、良性と思われる各種腫瘍259例も検出された。その他に多数の疾患も診断され、その有病率は胆石7.7%、腎嚢胞5.7%、肝嚢胞3.8%であったが、検出された疾患の有病率に関する統計解析は行わなかった。

[§]全文の日本語訳は別に発行する。

*福岡大学放射線学科。 **九州大学病院放射線科。 ***Ohio州Cleveland Clinic Foundation。

†Texas大学放射線学科。 ‡Louisiana州Tulane大学医療センター放射線学科。 □松山赤十字病院放射線科。

承認 1989年6月28日

印刷 1989年11月

Abdominal Ultrasonographic Screening of Adult Health Study Participants[§]

Walter J. Russell, M.D., D.M.Sc.¹; Yoshitaka Higashi, M.D.^{1*};
Tatsuro Fukuya, M.D.^{1**}; Yutaka Hosoda, M.D.¹;
Junji Murakami, M.D.^{1**}; Akira Mizushima, M.D.^{1***};
Akira Kawashima, M.D.^{1†}; Sadayuki Murayama, M.D.^{1‡};
Toshiyuki Ohuchida, M.D.^{1II}; Futoshi Mihara, M.D.^{1**};
Miwako Takagi, M.D.¹; Shoichiro Fujita, M.S.²

Departments of ¹Clinical Studies (Division of Radiology) and ²Statistics

Summary

To assess ultrasonography's capabilities in the detection of cancer and other diseases, abdominal ultrasonographic screening was performed for 3,707 Hiroshima and 2,294 Nagasaki atomic bomb survivors and comparison subjects who participated in the Adult Health Study from 1 November 1981 to 31 October 1985 in Hiroshima and from 1 August 1984 to 31 July 1986 in Nagasaki. A total of 20 cancers was detected, consisting of 7 hepatomas, 3 gastric cancers, 3 renal cancers, 2 cancers of the urinary bladder, and 1 cancer each of the ovary, pancreas, colon, ureter and liver (metastatic). The cancer detection rate was 0.33%. The diagnoses of seven cancer subjects in each city were subsequently confirmed at autopsy or surgery; diagnoses of four cancer subjects in Hiroshima and two in Nagasaki were obtained from death certificates. Among the 20 cancer patients, 13 were asymptomatic. After the ultrasonographic detection and diagnosis of these 20 cancers, the medical records of each of the 20 cancer patients were reviewed for any evidence of cancer detection by other examining techniques, and the records of only 3 patients revealed such recent detection. The tumor and tissue registries were similarly checked, but no evidence of earlier diagnosis of their disease was found. Ten of the cancer patients had received ionizing radiation doses from the A-bombs ranging up to 3,421 mGy (DS86), but no correlation was established between cancer prevalence and the A-bomb

[§]Full Japanese text will be available separately.

*Department of Radiology, Fukuoka University. **Department of Radiology, Kyushu University Hospital. ***Department of Radiology, Cleveland Clinic Foundation, Ohio. †Department of Radiology, University of Texas. ‡Department of Radiology, Tulane University Medical Center, Louisiana. II Department of Radiology, Matsuyama Red Cross Hospital

doses. A variety of tumors, 259 in number and most probably benign, were also detected with ultrasonography. In addition, numerous other abnormalities were diagnosed, with prevalences of 7.7% for cholelithiasis, 5.7% for renal cysts, and 3.8% for liver cysts. No statistical analysis was performed concerning the prevalence of the diseases detected.

Introduction

In 1979, the RERF Scientific Council specified that concentrated efforts should be made in cancer detection among AHS subjects, and subsequently underscored the need for ultrasonography to bolster these efforts due to the modality's steadily improving diagnostic capabilities.

Ultrasonography permits rapid assessments of organs and their movements without exposing the patient or examiner to ionizing radiation. A wide range of conditions can be discerned using ultrasonography as follows:

Hepatoma, metastatic disease, lymphoma, and cirrhosis of the liver can be detected with great accuracy,¹ and cystic disease can be differentiated from suspected liver metastases.² Ultrasound can provide valuable information about the gallbladder and porta hepatis, including intraluminal masses with transmural extensions, cholelithiasis, acute and chronic inflammation of the gallbladder, and lymph node metastases adjacent to the gallbladder. Primary carcinoma of the gallbladder has been diagnosed by ultrasonography.³ Ultrasonography is more specific in the differential diagnosis of pancreatic cancer and inflammatory disease than is computed tomography (CT), hence ultrasonography should be the initial choice for examining most patients with suspected pancreatic disease.⁴

The value of ultrasonography in detecting obstructive jaundice should be highlighted, especially since it can detect the cause of obstructive jaundice before the condition is suspected clinically. Results of a study of patients with transitional cell carcinoma of the kidney⁵ showed that the etiology of renal pelvis nonopaque filling defects can be determined by ultrasonography. Renal cell carcinoma and angiomyolipoma (hamartoma) can be differentiated by ultrasonography. Cystic lesions can be differentiated from solid ones, thus avoiding unnecessary surgical exploration to rule out cancer. Hydronephrosis, relatively easily detected by ultrasonography, may be one manifestation of cancer. Cholelithiasis is readily detected by ultrasonography, and its association with cancer has already been cited.

Ultrasonography has proved effective in screening for adrenal tumors, and it yields information about the internal consistency of these lesions.⁶ It is the procedure of choice in the initial evaluation of abdominal masses and retroperitoneal and gastrointestinal (GI) tumors. Ultrasonographic diagnoses and pathological findings correlate closely in cases of lesions such as lymphoma, lymphosarcoma, liposarcoma, and adenocarcinoma.⁷ Ultrasonography has proved effective in screening for gynecologic pelvic masses and as a means for determining their consistency.⁸

Ultrasonography was introduced in the Department of Radiology in 1980 in Hiroshima and in 1984 in Nagasaki, for the purpose of detecting cancer and other diseases among participants in the Adult Health Study (AHS). By examining the abdomens of scheduled AHS subjects the objective was to detect early cancers, preferably before the patients had become symptomatic; i.e., by screening, and thereby to determine the effectiveness of ultrasonography.

Materials and Methods

The AHS is a long-term follow-up program⁹ conducted by RERF, formerly ABCC, which involves biennial clinical examinations of A-bomb survivors and comparison subjects, originally numbering 20,000, for the purpose of detecting late effects of A-bomb radiation. All participants receive complete physical examinations and laboratory studies, including posteroanterior (PA) stereoscopic and lateral chest radiography, and ultrasonography of the abdomen; and of the breast and thyroid gland when indicated. Examinations of other body sites were also performed when clinically indicated. The present study for the prevalence of abnormalities was conducted from 1 November 1981 through 31 October 1985 in Hiroshima, and from 1 August 1984 through 31 July 1986 in Nagasaki.

From its inception, the use of ultrasonography in Hiroshima was immediately and widely accepted by AHS subjects. When appointments for their next RERF visits were being confirmed, RERF clinical contactors gave letters from the RERF Chairman to AHS subjects to encourage them to participate in this ultrasonographic screening program (Appendix 1). They were instructed to fast until receiving their ultrasonographic examination. Subjects were requested not to void for about one hour before examination, to facilitate the use of a full urinary bladder as a "window" to transmit the ultrasonographic beam.

Following are the ultrasonographic apparatus used in the present study:

Model	Type	Capability
Toshiba SAC-12A	Digital	Real time, static imaging
Toshiba SAL-20A	Analog	Real time
Yokogawa RT-2000 (2)	Digital	Real time
GE Datason	Digital	Static imaging

Real-time apparatus were used routinely, and when indicated, were supplemented with static imaging apparatus for imaging high beneath the diaphragm, retropublically, and for orientation images of abnormal or questionably abnormal structures.

Efforts were made to routinely examine the following structures: liver, pancreas, great vessels, urinary bladder, gallbladder, kidneys, retroperitoneal region, prostate gland, biliary system, spleen, and uterus and adnexae.

Selection of Hiroshima subjects

In Hiroshima, the number of subjects reporting to the RERF clinic exceeded the number for whom abdominal ultrasonographic screening could be performed. Therefore, from 1 November 1981 to 31 October 1983, from each month's scheduled group of AHS participants, subjects were randomly selected for ultrasonography. Those who had not been examined during that period, subsequently received ultrasonography from 1 November 1983 to 31 October 1985.

Each examinee was categorized as either a subject for screening or a patient being referred for examination of a suspected or known abnormality. All referral cases were excluded from analysis.

All Nagasaki AHS subjects underwent abdominal ultrasonography from 1 August 1984 to 31 July 1986.

Any symptoms reported by subjects were recorded in their medical records and were subsequently considered in the analysis.

Results

In this prevalence study, a total of 6,001 AHS subjects received abdominal ultrasonography—3,707 in Hiroshima and 2,294 in Nagasaki. The approximate 2:1 ratio of females to males in both cities reflected the sex distribution of the participants in the AHS. Their mean ages were 57.1 and 54.8 years for Hiroshima females and males, and 58.2 and 57.6 years for Nagasaki females and males, respectively. The distribution of subjects by sex, age, and city is shown in Table 1 and Figure 1.

Table 1. Distribution of subjects by sex, city, and age groups

Age at examination in years	Hiroshima			Nagasaki		
	Total	Male	Female	Total	Male	Female
<40	338	165	173	46	24	22
40-49	491	188	303	369	176	193
50-59	1486	517	969	1043	393	650
60-69	984	251	733	509	140	369
≥70	408	140	268	327	160	167
Total	3707	1261	2446	2294	893	1401
Mean age	56.3	54.8	57.1	58.0	57.6	58.2
SD	10.3	10.9	9.9	10.0	11.1	9.3

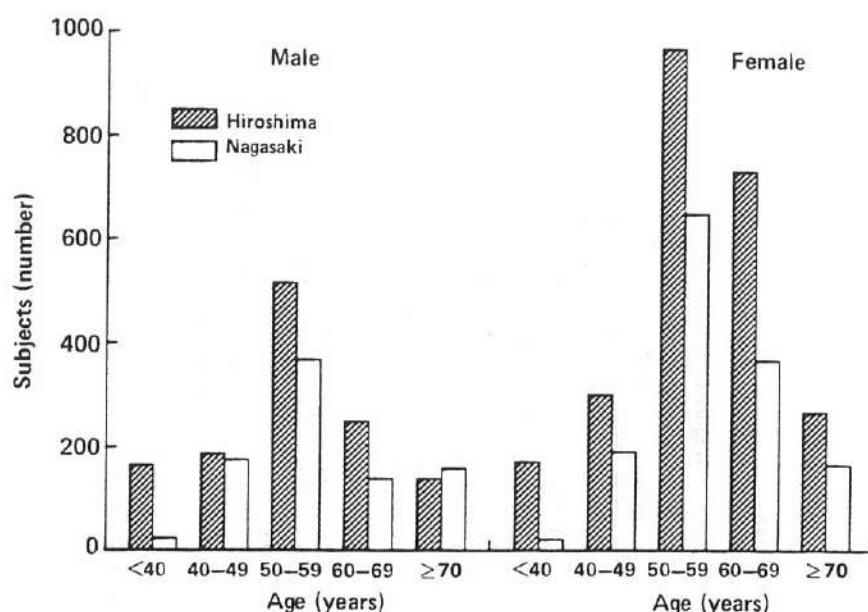


Figure 1. Distribution of subjects by sex, age, and city

The prevalence of abnormalities detected by city and sex is shown in Table 2 and Figure 2. The most frequent abnormality in both cities was cholelithiasis, with cases among female patients exceeding those among males by nearly 2:1 in Nagasaki.

Next in frequency were renal cysts in both cities, with cases among males exceeding females by a ratio of nearly 2:1. Liver cysts were approximately equally distributed by city and sex. Polypoid lesions of the gallbladder were more frequently observed in males than in females.

Fatty infiltration of the liver and splenomegaly were more frequently detected in Hiroshima than in Nagasaki; however, both of these diagnoses were subject to uncertainty because of observer subjectivity.

Increasing rates of cholelithiasis were observed among subjects in their sixth, seventh, and eighth decades. This is shown in Figure 3.

Results for liver cysts are shown in Figure 4. The apparent predominance of liver cysts in Nagasaki females aged less than 40, and in both sexes in Hiroshima in the eighth decade, is based on relatively few cases. An increase in frequency of liver cysts occurred among males in both cities. The reason this was not observed among females is not known.

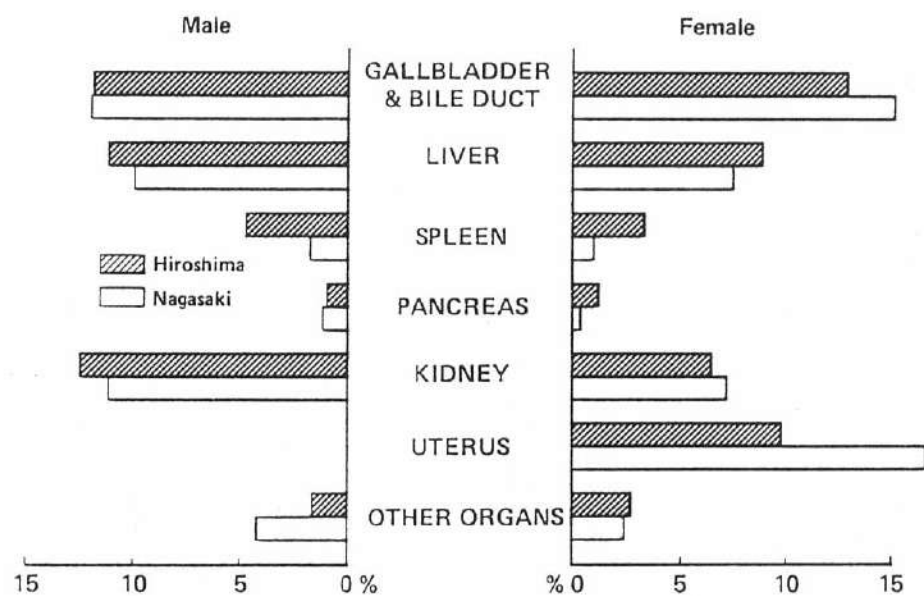
Table 2. Prevalence of abnormalities by city and sex

	Hiroshima			Nagasaki		
	Male	Female	Total	Male	Female	Total
Cholelithiasis	6.7 [†] (85) [†]	8.5 (211)	8.0 (296)	4.5 (40)	8.7 (122)	7.1 (162)
Polypoid lesion in the gallbladder	3.0 (38)	1.5 (38)	2.1 (76)	2.4 (21)	1.3 (18)	1.7 (39)
Dilatation of common bile duct*	1.8 (23)	2.5 (60)	2.2 (83)	1.0 (9)	1.4 (20)	1.3 (29)
Postoperative cholecystectomy	0.4 (5)	1.2 (29)	0.9 (34)	2.5 (22)	2.9 (41)	2.7 (63)
Solid mass in the liver	1.4 (18)	0.7 (18)	1.0 (36)	0.6 (5)	0.1 (2)	0.3 (7)
Liver cyst	3.4 (43)	3.8 (92)	3.6 (135)	3.6 (32)	4.4 (61)	4.1 (93)
Fatty infiltration of the liver	3.9 (49)	2.7 (67)	3.1 (126)	1.9 (17)	1.6 (23)	1.7 (40)
Calculus or calcification in the liver	1.5 (19)	0.8 (19)	1.0 (38)	0.2 (2)	0.4 (6)	0.3 (8)
Splenomegaly**	4.4 (56)	2.9 (72)	3.5 (128)	1.8 (16)	0.9 (13)	1.3 (29)
Renal cyst	9.1 (116)	3.9 (96)	5.7 (212)	8.3 (74)	4.3 (60)	5.8 (134)
Calculus or calcification in the kidney	2.3 (29)	0.8 (18)	1.3 (47)	0.8 (7)	0.4 (5)	0.5 (12)
Solid mass in the uterus	-	7.2 (175)	-	-	2.6 (37)	-

[†] Percent and number (shown in parentheses) of cases

* It was considered dilated when the diameter of the common bile duct exceeded 8 mm.

** The spleen was judged to be enlarged when its inferior margin reached a level below that of the left renal hilum.



* Subjects with multiple abnormalities in one organ were counted once; e.g., gallbladder calculi and polyps in one subject.

Figure 2. Prevalence of abnormalities by city, sex, and site*

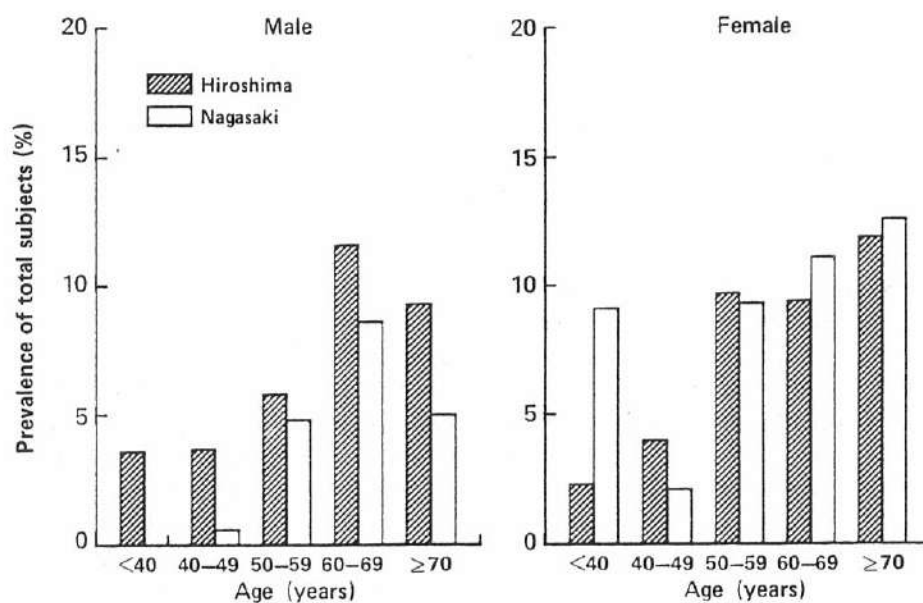


Figure 3. Cholelithiasis prevalence by sex, age, and city

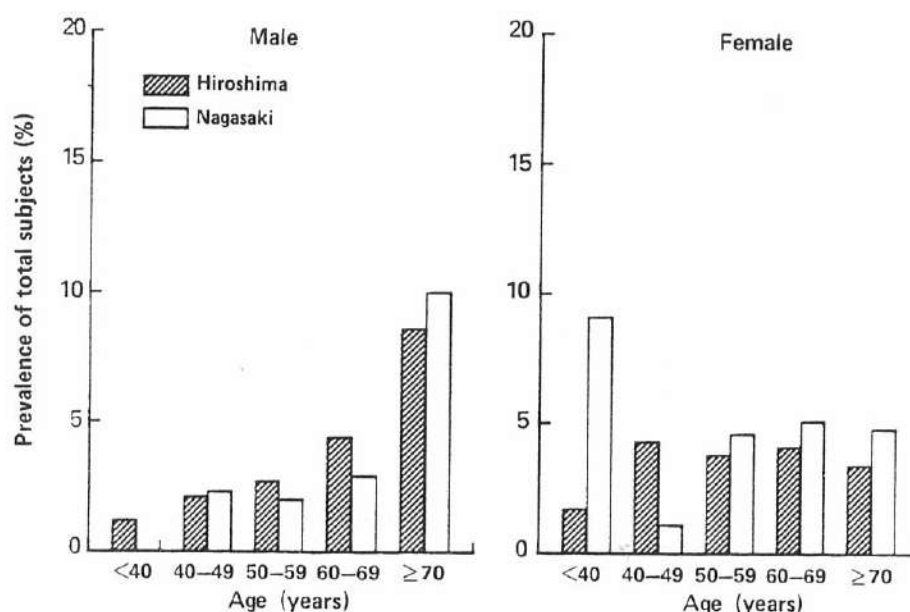


Figure 4. Liver cyst prevalence by sex, age, and city

Renal cysts increased in frequency with increasing age in both sexes and in both cities. Their frequency was greater among males than among females (Figure 5).

In both cities, spleen size decreased with increasing age, possibly as a result of involution (Figure 6). Ultrasonographically, the amount of the spleen visualized varies considerably, and spleen size may vary according to the examinee's weight and physique. Without a better 3-dimensional concept, uncertainty in the spleen size will persist, and this will be compounded by subjectivity in the interpretation of ultrasonographs.

Uterine and nonuterine lesions were analyzed separately by age and city, as shown in Figure 7. The frequency of uterine lesions decreased with age in both cities, but they were markedly less frequent in Hiroshima as compared to Nagasaki, except in the fourth decade, when the reverse was true. Differences in examining techniques may have been partially responsible. A minority of subjects voided shortly before undergoing ultrasonography. Suspected uterine myomas could not be proven, a disadvantage which obviated attempts to correlate their prevalence with other conditions, including A-bomb exposure. The nonuterine lesions tended to increase moderately with increasing age in both cities, but their rate was relatively low among Nagasaki subjects in their fifth decade. The nonuterine lesions consisted of numerous cysts, which were also responsible for their higher frequencies among subjects 70 years of age and older.

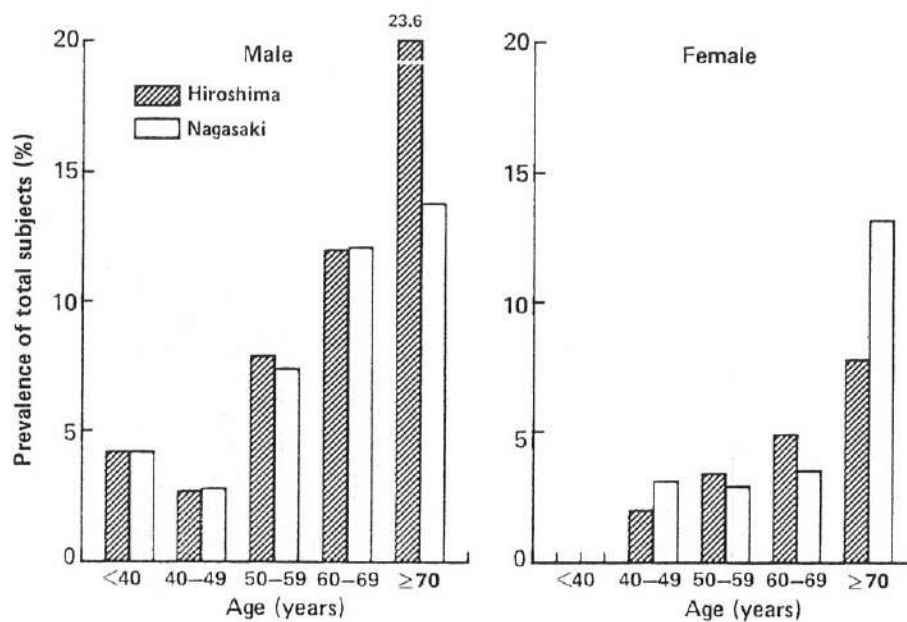


Figure 5. Renal cyst prevalence by sex, age, and city

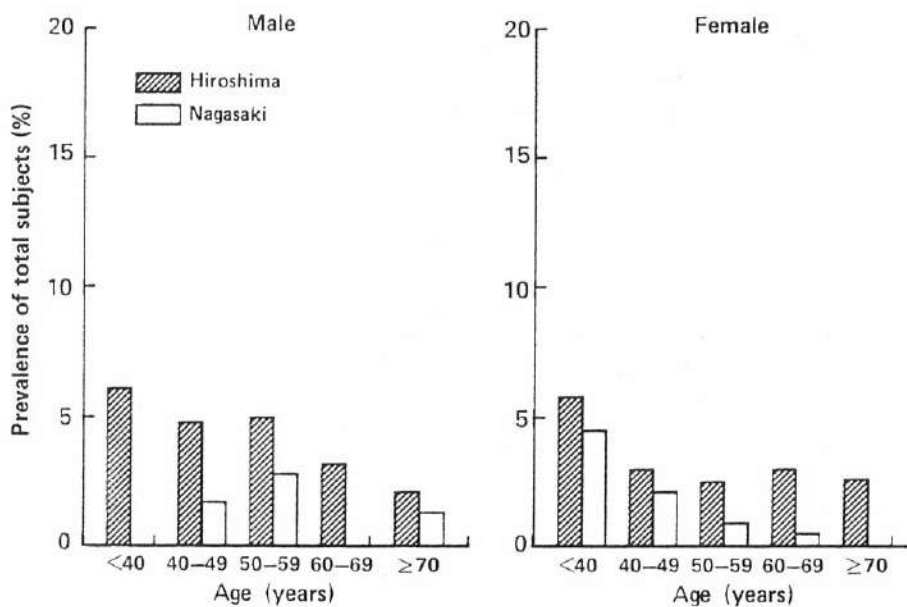


Figure 6. Splenomegaly prevalence by sex, age, and city

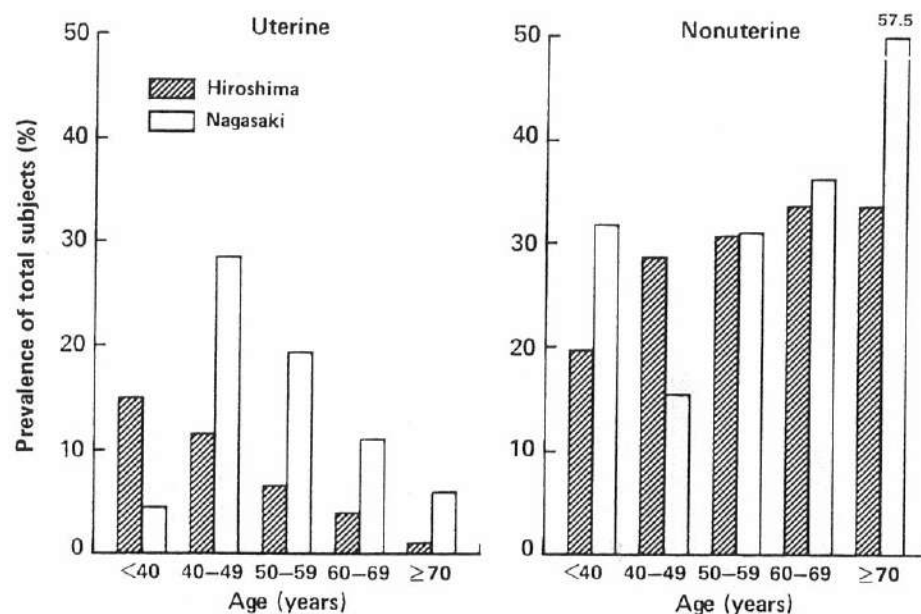


Figure 7. Prevalence of uterine lesions and nonuterine abnormalities in females by age and city

The number of proven cancers detected by ultrasonography is shown by city, site, sex, age, symptomatology, laboratory studies, and A-bomb radiation doses (DS86)¹⁰ in Tables 3a and 3b. A total of 20 cancers was detected; 11 in Hiroshima and 9 in Nagasaki. Hepatomas were most frequent, totaling seven; five in Hiroshima and two in Nagasaki. One renal cancer was noted in Hiroshima, whereas two renal cancers and one ureteral cancer were observed in Nagasaki. Two cancers of the urinary bladder and one of the ovary in Nagasaki, as well as three gastric cancers and one colon cancer in Hiroshima were detected.

The subjects' symptoms were documented in their medical records and were subsequently analyzed. No correlation of the cancers with A-bomb dose could be established. There were seven asymptomatic and four symptomatic cancer cases in Hiroshima; seven asymptomatic and two symptomatic cancer cases in Nagasaki. Seven subjects in each city were diagnosed at surgery or autopsy; four Hiroshima and two Nagasaki subjects were diagnosed by death certificate.

The majority of the cancer patients in this study were unaware that they had cancer. (In Japan cancer patients often are not told by their physicians that they have cancer.) Therefore, all of the RERF medical records for the 20 cancer

Table 3a. Carcinomas by city, symptomatology, and site with A-bomb doses

Site	MF No.	Sex	Date of birth	Confirmation*	Symptoms**	Other remarks†	A-bomb dose in mGy‡
Hiroshima							
Hepatoma		M	24-08-15	2	—	Liver cirrhosis, palpable liver, AFP (—)	3421
		M	27-09-27	1a	—	Chronic hepatitis, palpable liver, AFP (+)	2303
		M	05-07-17	1a	—	Chronic hepatitis, palpable liver, AFP (—)	Incal
		M	18-05-05	1a,b	—	Liver disease, AFP (—)	1008
		M	26-04-19	2	Unknown§	Unknown§	1193
Pancreas		F	15-11-28	2	+	Abdominal tenderness, CEA (+)	0000
Kidney		M	15-03-27	1a	—	Palpable mass	1901
Stomach		F	07-04-22	1a	+	Occult blood (+)	1209
		F	30-04-18	2	—	Occult blood (+)	0324
Colon		M	20-02-11	2	+	CEA (+)	0255
		M	30-05-38	1a	+	Palpable mass, occult blood (+)	0000

* 1a: surgery; 1b: autopsy; 2: death certificate

** Related (+) or unrelated (—) to cancer in question

† Past histories, physical examinations, and laboratory data at the time of ultrasonographic screening. AFP: α_1 -fetoprotein; CEA: carcinoembryonic antigen; and (+) positive and (—) negative

‡ Incal: incalculable, but T65DR available

§ Medical record lost

Table 3b. Carcinomas by city, symptomatology, and site with A-bomb doses

Site	MF No.	Sex	Date of birth	Confirmation*	Symptoms**	Other remarks†	A-bomb dose in mGy†
Nagasaki							
Hepatoma		M	29-06-31	1a	—	AFP (+)	0000
		M	18-11-31	2	—	Liver cirrhosis, palpable liver, AFP (+)	0613
Kidney		M	22-09-25	1a	—		Incal
		F	28-05-35	1a	—	Atypical cells in urine	2387
Urinary bladder		M	01-04-25	1a	—	History of cystitis	Unk
		M	17-09-30	1a	—		Incal
Metastatic liver tumor		M	10-11-09	2	+	Bilirubin elevated, palpable liver	Incal
Ureter		F	01-10-27	1a	+	Macrohematuria	0000
Ovary		F	05-05-08	1a	—	Mass palpable	Incal

See Table 3a footnotes.

†Unk: dose unknown

patients were carefully reviewed, i.e., RERF radiography, hematology, and other laboratory studies, and history-taking and physical examinations, as well as any referral examinations they received in other hospitals and clinics. Any results of those studies which suggested or indicated that their cancers had been detected or suspected by other techniques were carefully considered when interpreting the results of these patients' RERF ultrasonography. The medical records of three of the 20 cases () revealed evidence that their cancers had recently been detected by other means. Data in the tumor and tissue registries were also reviewed, but failed to reveal any earlier diagnosis of cancers among these subjects.

Discussion

The ease and rapidity with which ultrasonography can be performed, the excellent images obtainable by means of gray-scale ultrasonography, improved real-time imaging and static scanning, and the absence of ionizing radiation exposure all underscore the benefits of adopting ultrasonography for use during the biennial examinations of AHS participants.

After a suspected abnormality is detected ultrasonographically, physicians in the RERF clinics ensure that AHS participants are referred to other institutions for further detailed evaluations, although there is less than complete assurance that the participants are actually motivated to receive all the recommended attention they need.

Review of the English-language scientific literature failed to disclose any reports of abdominal ultrasonographic screening investigations with which our results could be compared. However, reports of many ultrasonographic studies were found in the Japanese literature. Some of these were of the "human dock" type, and therefore were not truly screening-type examinations. Throughout Japan, "human dock" examinations involve admitting generally asymptomatic persons to hospitals and clinics for one or two days for comprehensive physical evaluations, as well as laboratory and radiological studies, including ultrasonography. Most of the reported studies were screening studies, which allowed some comparisons of their results with ours.

The prevalence of cholelithiasis in the present study was 6.7% and 8.5% in Hiroshima males and females, and 4.5% and 8.7% in Nagasaki males and females, respectively. This is probably because of the predominance of females in the AHS, compared to the rates reported by other investigators; viz., 3.0%,¹¹ 3.9%,¹² and 5%,¹³ for both sexes combined. The rate of 8.7% reported by Matsumoto et al¹⁴ more closely approximated the rates observed in the present study, though Matsumoto's subjects were predominantly males (2.5:1).

Rates of 2.5%,¹³ 3.9%,¹⁴ and 7.2%¹² have been reported for polypoid lesions of the gallbladder; whereas, their prevalence in the present study was 2.1% and 1.7% in Hiroshima and Nagasaki, respectively, for both sexes combined. Careful

follow-up ultrasonographic and cholecystographic examinations were conducted for previously cholecystographically diagnosed cholelithiasis cases, because of a relatively high rate of gallbladder cancers among autopsied cases having cholelithiasis.^{15,16} In spite of these efforts, no case of gallbladder cancer was detected in the present study.

Mihara et al¹⁷ detected extrahepatic bile duct dilatation in 1.28% of men and 1.54% of women. In our present study, this was observed in 2.2% and 1.3% in Hiroshima and Nagasaki, respectively, both sexes combined. Liver cysts were observed at rates of 3.6% and 4.1% in Hiroshima and Nagasaki, respectively, with sexes combined; whereas, rates of 1.1%¹⁴ and 4.9%¹² for both sexes combined, have been reported elsewhere in Japan. In the present study, the prevalence of renal cysts was 5.7%, both sexes combined in both cities, whereas rates of 5.8%¹⁴ and 9.7%¹² have been reported for sexes combined elsewhere in Japan. Although CT could facilitate the detection of higher rates of renal cysts, ultrasonography is the modality of choice for the AHS population, especially since examinees are not exposed to ionizing radiation. In the present study, the prevalence of renal cysts was greater in males than in females. This tendency has also been observed by other investigators.¹¹⁻¹⁴

Among seven hepatomas detected during this screening, five had histories of hepatic disease, including chronic hepatitis and liver cirrhosis, and three of these patients had positive α -fetoprotein (AFP) studies. However, none exhibited symptoms related to their hepatomas. Thus, abdominal ultrasonography may prove to be very effective in detecting early hepatomas in patients with chronic hepatitis or liver cirrhosis. Furthermore, abdominal ultrasonography can detect both morphological changes of the liver and findings such as ascites or splenomegaly due to hepatic disease in patients who are unaware of their hepatic disease. Thus, ultrasonography can be an effective modality for screening patients, regardless of symptoms and signs upon physical examination or results of laboratory data.

In another study, screening 4,850 subjects during a 16-month period resulted in the detection of seven cancers,¹² whereas Onodera et al¹⁸ cited an increase in incidence of hepatomas from 8.7 per 100,000 in 1965 to 15.2 per 100,000 in 1984. During the screening of 5,151 persons in 1987, six hepatomas were detected by Onodera et al,¹⁹ whereas the screening of 6,001 subjects during our study resulted in the detection of 20 cancers. The yield of cancers detected by abdominal ultrasonography in our study is the highest so far reported. Though many ultrasonographers concentrate their attention to the upper abdomen when performing abdominal ultrasonography, the entire abdomen was examined in this study. Thus, the larger number of organs available for examination during our study and the relatively older age of the AHS subjects probably resulted in greater disease detection in the AHS than in other reported studies.

Based on our results, ultrasonography seems advantageous in the relatively early detection of liver cancers, although this may better be evaluated during subsequent studies for the incidence of such cancers. For intervention purposes, however, the biennial AHS cycle examinations are relatively infrequent for detecting certain rapidly developing lesions among AHS subjects.

On the whole, abdominal ultrasonography proved an effective means of detecting cancer and a variety of other abnormalities in this fixed population sample which is at relatively high risk for developing cancers.

Acknowledgments

The authors are grateful to Dr. Barry Goldberg and to Dr. Stuart C. Finch for their criticisms of and suggestions for the manuscript. They are indebted to Mrs. Grace Masumoto for her assistance in the preparation of the manuscript. This manuscript was completed with the assistance of a grant-in-aid provided by the J. Morita Corporation.

Appendix 1

付 録

Letter to Participants

対象者への手紙

We hope that you are continuing in good health.

It is with great pleasure that we inform you that the RERF Department of Radiology recently installed ultrasonographic machines of the very latest type. Ultrasonography consists of sending inaudible high frequency sound signals into the body for visualizing and diagnosing abnormalities of organs within the body. All of this can be done without introducing any instrument into the body and without exposing the patient to ionizing radiation. Ultrasonography is therefore very safe and has become an accepted method throughout the world for diagnosing abnormalities.

We strongly suggest that you have this examination performed by us during your next scheduled visit to RERF.

Sincerely yours,

Itsuzo Shigematsu, M.D.
Chairman
Radiation Effects Research Foundation

Walter J. Russell, M.D., D.M.Sc.
Chief of Radiology

Junji Murakami, M.D.
Akira Mizushima, M.D.
Research Associates in Radiology
Department of Radiology

拝 啓 その後いかがお過ごしでしょうか。お伺い申し上げます。

さて、この度当研究所放射線部では、最新式の超音波検査装置を導入いたしました。超音波検査とは、体に超音波(人の耳には聞こえないような高い音)をあてて、人体内部の様子を画像として映し出して、体内臓器の異常を診断する検査法です。この検査法では、体内に器具を挿入する必要がなく、また放射線を照射することはありません。したがって、この検査法は、きわめて安全であり、今や世界のいたるところで体の異常を探る標準的な診断法となってまいりました。

つきましては、放影研の定期検診において、是非、超音波による検査を受けられますようお勧めいたします。

敬 具

財団法人 放射線影響研究所

理事長 重松逸造

放射線部長 ウォルター J. ラッセル

医 師 村上純滋

水島 明

References

1. Kamin PD, Bernardino ME, Green B: Ultrasound manifestations of hepatocellular carcinoma. *Radiology* 131:459-61, 1979
2. Weaver RM, Goldstein HM, Green B, Perkins C: Gray scale ultrasonographic evaluation of hepatic cystic disease. *AJR* 130:849-52, 1978
3. Olken SM, Bledsoe R, Newmark H III: The ultrasonic diagnosis of primary carcinoma of the gallbladder. *Radiology* 129:481-2, 1978
4. Reviews: Ultrasonography of the pancreas. *Lancet* 2:1212-3, 1977
5. Arger PH, Mulhern CB, Pollack HM, Banner MP, Wein AJ: Ultrasonic assessment of renal transitional cell carcinoma. Preliminary report. *AJR* 132:407-11, 1979
6. Bernardino ME, Goldstein HM, Green B: Gray-scale ultrasonography of adrenal neoplasms. *AJR* 130:741-4, 1978
7. Bree RL, Green B: The gray scale sonographic appearance of intraabdominal mesenchymal sarcomas. *Radiology* 128:193-7, 1978
8. Walsh JW, Rosenfield AT, Jaffee CC, Schwartz PE, Simeone J, Dembner AG, Taylor KJW: Prospective comparison of ultrasound and computed tomography in the evaluation of gynecologic pelvis masses. *AJR* 131:955-60, 1978
9. Sawada H, Kodama K, Shimizu Y, Kato H: Adult Health Study Report 6. Results of six examination cycles, 1968-80, Hiroshima and Nagasaki. RERF TR 3-86
10. Roesch WC (Ed): US-Japan Joint Reassessment of Atomic Bomb Radiation Dosimetry in Hiroshima and Nagasaki. Final Report, Volumes 1 and 2. Hiroshima, RERF, 1987
11. Okamura T, Shibata Y, Utsumi M, Yamasaki H, Suzuki Y, Saito Y, Okano S, Maguchi K, Aiba M, Ike K, Kitazawa T, Kato N, Ohira M, Hayashi N, Kitamori S, Yamano M, Nagashima T, Murakami M, Ayabe T, Yokouchi S, Fujimoto Y, Yokota K, Takasago K, Takai Y, Harada K, Mizushima K, Ueda N, Namiki M: Ultrasonographic mass screening of the abdomen—Liver, gallbladder, and pancreas lesions. *J Gastroenterol Mass Survey* 68:25-34, 1985
12. Mihara S, Ishihara E: Ultrasonographic screening of the abdomen—Human dock and mass survey. *J Gastroenterol Mass Survey* 67:45-8, 1985
13. Onodera H, Chida N, Abe M, Kimura S, Goto Y, Fukao A, Sugawara N: Ultrasonic mass survey for liver, biliary tract and pancreatic diseases: A detection of gallbladder diseases. *J Gastroenterol Mass Survey* 74:41-7, 1987
14. Matsumoto S, Kawamura S, Ohmagari J, Koito H, Hidata H, Hirata H, Yasumori K, Ninomiya K, Miki H, Kuroiwa T, Hanada K, Kuwajima K: Present state of ultrasonic examination in human dock in Matsuyama Red Cross Hospital. *Matsuyama Red Cross Hosp J Med* 9:147-51, 1985
15. Robertson JD, Kato H, Schreiber WM: Carcinoma of the gallbladder, bile ducts, and Vater's ampulla, Hiroshima and Nagasaki. ABCC TR 7-70
16. Robertson JD, Kato H, Schreiber WM: Cholelithiasis in Hiroshima and Nagasaki, 1 October 1961-31 December 1967. ABCC TR 14-69
17. Mihara S, Tamanaga M, Sawatari M, Narimatsu R, Nagano K, Nishiono A, Koba H, Hirao S, Tanaka S, Migita K, Yatsuda M, Baba H, Ishihara E, Beppu S, Koyama W: A study on results and standardization of ultrasonic mass survey for abdominal organs. *J Gastroenterol Mass Survey* 77:57-65, 1987

18. Onodera H, Chida N, Oikawa M, Abe M, Kimura S, Goto Y, Fukao A, Sugawara N: Ultrasonic mass survey for liver, biliary tract and pancreatic disease: A detection of liver diseases. *J Gastroenterol Mass Survey* 72:28-33, 1986
19. Onodera H, Chida N, Kimura S, Abe M, Goto Y, Fukao A, Sugawara N: Ultrasonic mass survey for liver, biliary tract and pancreatic diseases: A detection of hepatocellular carcinoma. *J Gastroenterol Mass Survey* 74:10-17, 1987

成人健康調査における腹部超音波検査

Abdominal Ultrasonographic Screening of Adult Health Study Participants

Walter J. Russell, 東 義孝, 福谷龍郎, 細田 裕, 村上純滋, 水島 明,
川嶋 明, 村山貞之, 大内田敏行, 三原 太, 高木美和子, 藤田正一郎

放影研業績報告書シリーズ

RERF Technical Report Series

業績報告書は、放射線影響研究所で行われたオリジナルな研究を報告するためのものである。このシリーズに含まれる報告書は、研究所内外の専門家による検討を受けたものであり、その一部又は全文は学術雑誌への投稿原稿としても用いられる。本報告書を引用したり、参考文献として言及しても差し支えないが、本報告書自体は当研究所の内部出版物である。報告書の入手を希望される場合は、〒732 広島市南区比治山公園5-2 放影研編集課あてにお申し込み下さい。

1989年から、放射線影響研究所の業績報告書は、従来の日英両文を併記した方式では発行しない。主要な報告書については、今後も日英両文で印刷するが、それぞれ別に発行する。内容が高度に専門的であり、一般の関心が少ないと思われる報告書については英文のみとし、日本語の要約を添付する。

これにより、広島・長崎の原爆電離放射線被曝の人体に及ぼす晩発性生物学的影響に関する最近の知見を今までよりも速やかにお知らせできることと思う。

放射線影響研究所(元 ABCC)は、昭和50年4月1日に公益法人として発足した。その経費は日米両国政府の平等分担とし、日本は厚生省の補助金、米国はエネルギー省との契約に基づく米国学士院の補助金とをもって充てる。

成人健康調査における腹部超音波検査[§]

Abdominal Ultrasonographic Screening of Adult Health Study Participants

Walter J. Russell¹, 東 義孝^{1*}, 福谷龍郎^{1**}, 細田 裕¹, 村上純滋^{1**},
水島 明^{1***}, 川嶋 明^{1†}, 村山貞之^{1‡}, 大内田敏行^{1Ⅱ}, 三原 太^{1**},
高木美和子¹, 藤田正一郎²

¹臨床研究部(放射線科)及び²統計部

要 約

超音波検査による癌及びその他の疾患の検出能力を評価するため、広島で1981年11月1日から1985年10月31日まで、長崎で1984年8月1日から1986年7月31日までの間、成人健康調査受診者中広島3,707名、長崎2,294名の被爆者及び比較対象者の腹部超音波スクリーニング検査を行った。その結果、肝臓癌7例、胃癌3例、腎臓癌3例、膀胱癌2例並びに卵巣・膵臓・大腸・尿管・肝臓(転移性)の各癌1例、計20例の癌が検出され、検出率は0.33%であった。これらの癌診断はその後両市でそれぞれ7例が剖検又は外科手術で確認され、広島4例、長崎2例が死亡診断書から確認された。20例の癌症例のうち13例は無症状であった。これら癌20例の超音波検査による検出及び診断が行われた後、診療録を調べて、他の検査法により癌が検出されていたかどうかについて検討したが、最近癌が検出されていたのはわずかに3例であった。腫瘍登録及び組織登録についても同様に調べたが、以前に癌と診断された形跡は全く認められなかった。癌症例中10例は原爆放射線を受けており、最高は3,421 mGy (DS86)にも達したが、癌有病率と原爆放射線量との相関関係は認められなかった。超音波検査により、良性と思われる各種腫瘍259例も検出された。その他に多数の疾患も診断され、その有病率は胆石7.7%、腎嚢胞5.7%、肝嚢胞3.8%であったが、検出された疾患の有病率に関する統計解析は行わなかった。

[§] 本報告の英語版は別に発行した。

*福岡大学放射線科。 **九州大学放射線科。 ***Ohio 州 Cleveland Clinic Foundation.

†Texas 大学放射線科。 ‡Louisiana 州 Tulane 大学医療センター放射線科。 Ⅱ松山赤十字病院放射線科。

緒 言

1979年、放影研専門評議員会は、成人健康調査対象者の癌検出に努力を結集するよう明言し、更に近年超音波検査の診断能力が着実に向上しているため、それを用いて癌検出に一層努力するよう強調した。

超音波検査は、患者や検査員を電離放射線にさらすことなく臓器及びその運動を迅速に評価することを可能にする。又超音波検査を用いると以下のように様々な状態が識別できる。

肝癌、転移性疾患、リンパ腫及び肝硬変が非常に正確に検出できるし、¹ 嚢胞性疾患と肝転移の疑いのある疾患との区別ができる。² 超音波により、壁外に伸展した管腔内腫瘍、胆石、急性及び慢性の胆嚢炎、並びに胆嚢に近接したリンパ節転移など、胆嚢及び肝門についての貴重な情報が得られ、又胆嚢の原発性癌の診断も行われてきた。³ 膵臓癌と炎症性疾患の診断をするとき、超音波検査の方がコンピューター断層撮影(CT)よりも明確にこの二つの疾患を区別できるので、膵臓疾患の疑いのある患者を検査するときは多くの場合、まず超音波検査を行うべきである。⁴

閉塞性黄疸の検出における超音波検査の価値は、特に臨床的に疑いがもたれる以前に閉塞性黄疸の原因を発見できるという点で注目すべきである。腎臓の移行上皮癌罹患患者の調査結果⁵からは、腎盂のX線透過性の造影欠損の病因を超音波検査により決定できることがわかった。超音波検査で腎細胞癌と血管筋脂肪腫(過誤腫)を区別できる。嚢胞性病変は充実性病変と区別できるので、外科診査を行わないで癌でないことが確認できる。超音波検査で比較的容易に検出できる水腎症は癌の一症状が発現したものかもしれない。胆石は超音波検査で容易に検出され、癌との関連については既に言及した。

超音波検査は副腎腫瘍スクリーニングに有効であることが判明し、これらの病変の内部硬度についての情報を提供する。⁶ 腹部腫瘍並びに後腹膜腫瘍及び胃腸(GI)腫瘍を最初に評価するのに超音波検査は最上の方法である。リンパ腫、リンパ肉腫、脂肪肉腫及び腺癌などの病変の場合には、超音波検査と病理学的所見とは密接な関係がある。⁷ 超音波検査は、女性骨盤腫瘍のスクリーニング及びその硬度測定的手段として有効であることが判明している。⁸

成人健康調査(AHS)受診者における癌及び他の疾患を検出するために、1980年に広島放射線部で、1984年に長崎で超音波検査が採用された。その目的は予定された成人健康調査対象者の腹部の検査を行い、それにより初期癌をできれば症状が現われないうちにスクリーニングで検出し、それによって超音波検査の有効性を決定することであった。

材料及び方法

成人健康調査は、放影研が行う長期追跡調査プログラムであり、⁹ 原爆放射線の後影響を調べるために、当初20,000人から成る原爆被爆者及びその比較対象者を、2年に1回臨床検査するものである。受診者は全員、胸部の背腹（PA）立体X線撮影と側面撮影並びに腹部と、必要であれば、乳房及び甲状腺の超音波検査を含む完全な理学検査及び臨床検査を受ける。臨床的に必要な場合には身体他の部位の検査も行う。各種疾患の有病率に関する本調査は広島で1981年11月1日から1985年10月31日まで、長崎で1984年8月1日から1986年7月31日まで実施した。

広島での超音波検査の使用は最初から成人健康調査対象者に直ちに広く受け入れられた。次の放影研来所予約を確認するとき、放影研の連絡員は成人健康調査対象者に、この超音波スクリーニング検査プログラムへの参加を呼びかけた放影研理事長の書簡（付録1）を渡し、超音波検査を受けるまで何も食べないように指示した。また超音波ビームを伝導する「音響窓」として充満した膀胱を使用できるようにするため、検査前約1時間排尿しないよう依頼した。

以下は本調査に使用した超音波検査装置である。

機 種	型 式	性 能
東芝 SAC-12A	デジタル	リアルタイム画像，静止画像
東芝 SAL-20A	アナログ	リアルタイム画像
横河 RT-2000 (2)	デジタル	リアルタイム画像
GE Datason	デジタル	静止画像

リアルタイム装置を通常使用し、必要があれば、横隔膜真下や恥骨後方を描出したり、また異常又は異常の疑いのある構造の部位を確認するため静止画像装置で補足した。

肝臓，脾臓，大血管，膀胱，胆嚢，腎臓，後腹膜領域，前立腺，胆道系，脾臓並びに子宮及び子宮付属器などの構造を通常検査するよう努力した。

広島の対象者の選択

広島では放影研で受診する対象者の数が腹部超音波スクリーニング検査を実施できる人達の数を上回ったので、1981年11月1日から1983年10月31日まで毎月の予定成人健康調査受診者グループから超音波検査対象者を任意に抽出し、その期間中に検査を受けなかった人はその後1983年11月1日から1985年10月31日までの期間中に超音波検査を受けた。

各受診者を、スクリーニング対象者か、又は、疾患があるかあるいはその疑いがあるかを検査するために紹介された患者かのいずれかに分類した。紹介症例はすべて解析から除外した。

長崎の成人健康対象者は全員、1984年8月1日から1986年7月31日までの期間中に腹部超音波検査を受けた。

対象者が報告した症状はすべて診療録に記録し、その後解析時に検討した。

結 果

本有病率調査において、広島3,707名、長崎2,294名、総勢6,001名の成人健康調査対象者が腹部超音波検査を受けた。両市の女性と男性の比率約2:1は成人健康調査受診者の性分布を反映している。広島の女性と男性の平均年齢はそれぞれ57.1歳と54.8歳であり、長崎では58.2歳と57.6歳であった。対象者の性別、年齢別及び都市別の分布を表1及び図1に示した。

都市別及び性別に検出された疾患の有病率を表2及び図2に示した。両市で最も頻度の高い疾患は胆石であり、長崎では女性症例が男性症例を約2:1の割合で上回っていた。

両市で次に頻度が高かったのは腎嚢胞で、男性症例が女性症例を約2:1の割合で上回っていた。肝嚢胞は都市別及び性別にもほとんど等しく分布していた。胆嚢のポリープ状病変は女性よりも男性に多く観察された。

肝臓の脂肪浸潤及び脾腫は長崎よりも広島で多く検出されたが、この両診断とも観察者の主観のため不確実であった。

表1. 対象者の分布 性、都市及び年齢群別

診察時年齢	広 島			長 崎		
	計	男	女	計	男	女
<40	338	165	173	46	24	22
40-49	491	188	303	369	176	193
50-59	1486	517	969	1043	393	650
60-69	984	251	733	509	140	369
≥70	408	140	268	327	160	167
合 計	3707	1261	2446	2294	893	1401
平均年齢	56.3	54.8	57.1	58.0	57.6	58.2
標準偏差	10.3	10.9	9.9	10.0	11.1	9.3

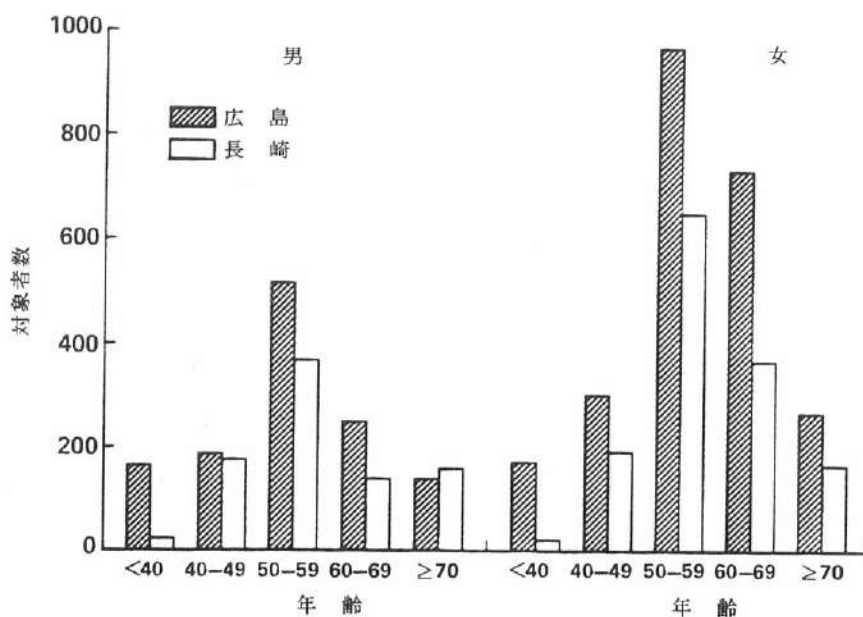


図1. 対象者の分布 性, 年齢及び都市別

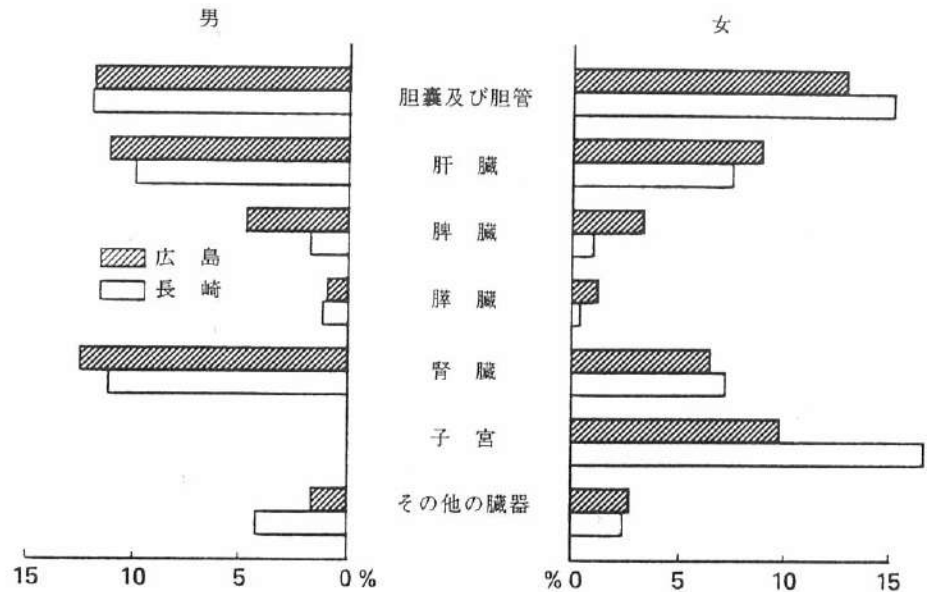
表2. 各種疾患の有病率 都市及び性別

	広島			長崎		
	男	女	計	男	女	計
胆石	6.7 [†] (85) [†]	8.5 (211)	8.0 (296)	4.5 (40)	8.7 (122)	7.1 (162)
胆嚢のポリープ状病変	3.0 (38)	1.5 (38)	2.1 (76)	2.4 (21)	1.3 (18)	1.7 (39)
総胆管の拡張*	1.8 (23)	2.5 (60)	2.2 (83)	1.0 (9)	1.4 (20)	1.3 (29)
術後胆嚢切除	0.4 (5)	1.2 (29)	0.9 (34)	2.5 (22)	2.9 (41)	2.7 (63)
肝臓内の充実性腫瘍	1.4 (18)	0.7 (18)	1.0 (36)	0.6 (5)	0.1 (2)	0.3 (7)
肝嚢胞	3.4 (43)	3.8 (92)	3.6 (135)	3.6 (32)	4.4 (61)	4.1 (93)
肝臓の脂肪浸潤	3.9 (49)	2.7 (67)	3.1 (126)	1.9 (17)	1.6 (23)	1.7 (40)
肝臓の結石又は石灰化	1.5 (19)	0.8 (19)	1.0 (38)	0.2 (2)	0.4 (6)	0.3 (8)
脾腫**	4.4 (56)	2.9 (72)	3.5 (128)	1.8 (16)	0.9 (13)	1.3 (29)
腎嚢胞	9.1 (116)	3.9 (96)	5.7 (212)	8.3 (74)	4.3 (60)	5.8 (134)
腎臓の結石又は石灰化	2.3 (29)	0.8 (18)	1.3 (47)	0.8 (7)	0.4 (5)	0.5 (12)
子宮内の充実性腫瘍	-	7.2 (175)	-	-	2.6 (37)	-

[†] パーセント及び症例数 (括弧で示す)

* 総胆管の直径が 8 mm を超えていれば拡張しているとした。

** 脾臓は、下縁が左腎門より下に達した場合、拡張していると判断した。



* 一臓器に多数の異常がある対象者、例えば1人の対象者に胆嚢結石とポリープがある場合、1つと数えた。

図2. 各種疾患の有病率 都市、性、及び部位別

50歳代、60歳代、70歳代の対象者に胆石の有病率の増加が観察された。これを図3に示した。

肝嚢胞の結果を図4に示した。肝嚢胞が長崎の40歳以下の女性と広島70歳代の男女に多く見られたが、これは比較的少数の症例に基づいている。両市とも男性に肝嚢胞の頻度の増加がみられた。なぜ女性に頻度の増加がみられなかったかは不明である。

腎嚢胞の頻度は両性及び両市とも年齢の増加と共に増加している。その頻度は女性よりも男性の方が高い(図5)。

両市とも脾臓の大きさは、退縮によるものであろうが、年齢の増加と共に減少している(図6)。超音波検査では、画像に写し出される脾臓の割合はかなり異なるが、脾臓の大きさは受診者の体重及び体格により異なるのかもしれない。より良い三次元的観察ができなければ、脾臓の大きさはいつまでもはっきり確認されず、この不確実性は超音波検査の解釈の主観性によってますます増大するであろう。

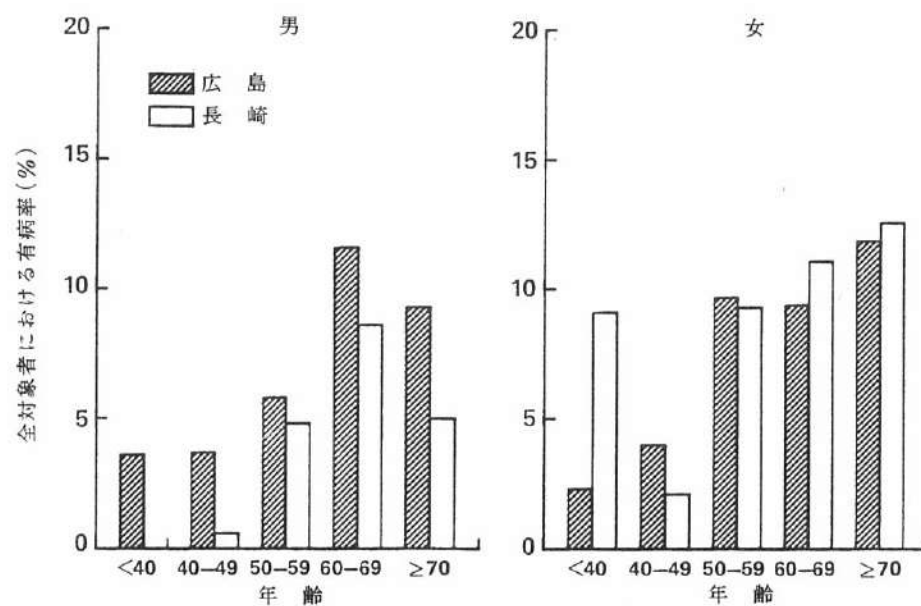


図3. 胆石症の有病率 性、年齢及び都市別

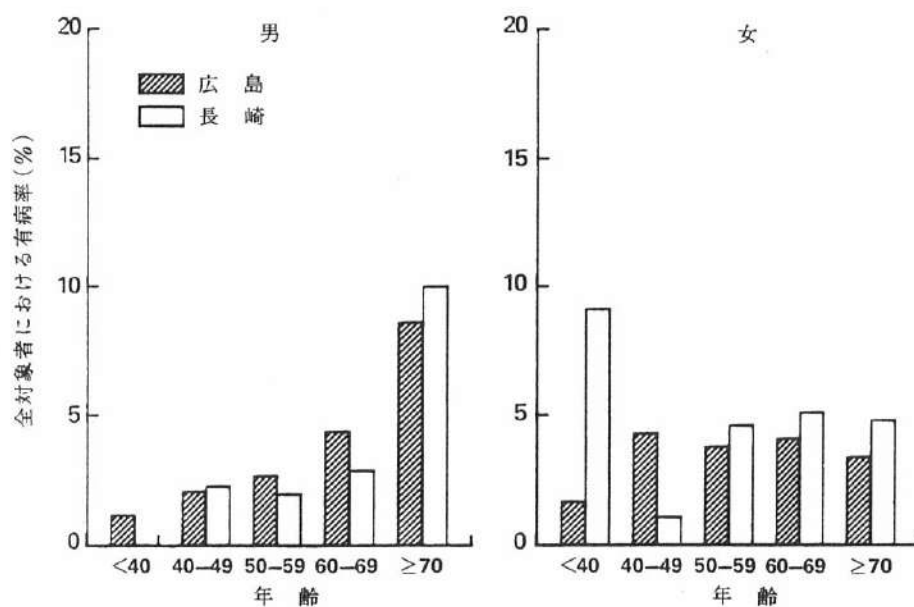


図4. 肝嚢胞有病率 性、年齢及び都市別

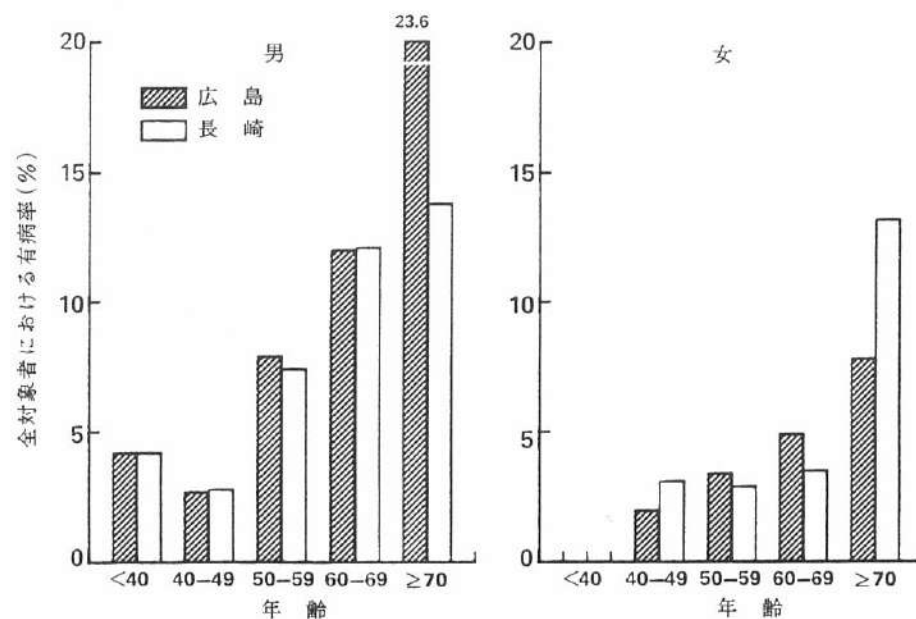


図5. 腎臓癌有病率 性, 年齢及び都市別

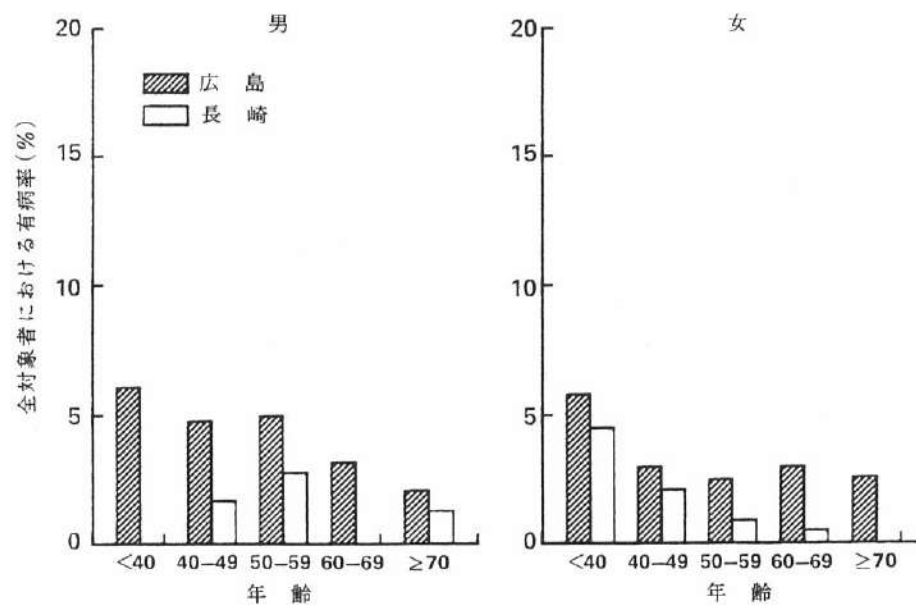


図6. 膵臓癌有病率 性, 年齢, 及び都市別

図7に示すとおり、子宮及び子宮外病変を年齢別及び都市別に別々に解析した。子宮病変の頻度は両市とも年齢と共に減少したが、長崎よりも広島の方が頻度が著しく低かった。ただし40歳以下ではその逆であった。検査技法の相違がその一原因であったかもしれない。超音波検査を受ける直前に排尿した対象者が少数あった。子宮筋腫の疑いは立証されなかったもので、その有病率と原爆被曝など他の状況とを相関させる試みは不要となり、子宮筋腫の発見には無益であることがわかった。子宮外病変は両市とも年齢の増加と共に緩やかに増加する傾向があったが、その割合は長崎の40歳代の対象者では比較的低かった。子宮外病変としては嚢胞が多く、そのことは70歳以上の対象者で子宮外病変の頻度が高いことの原因でもあった。

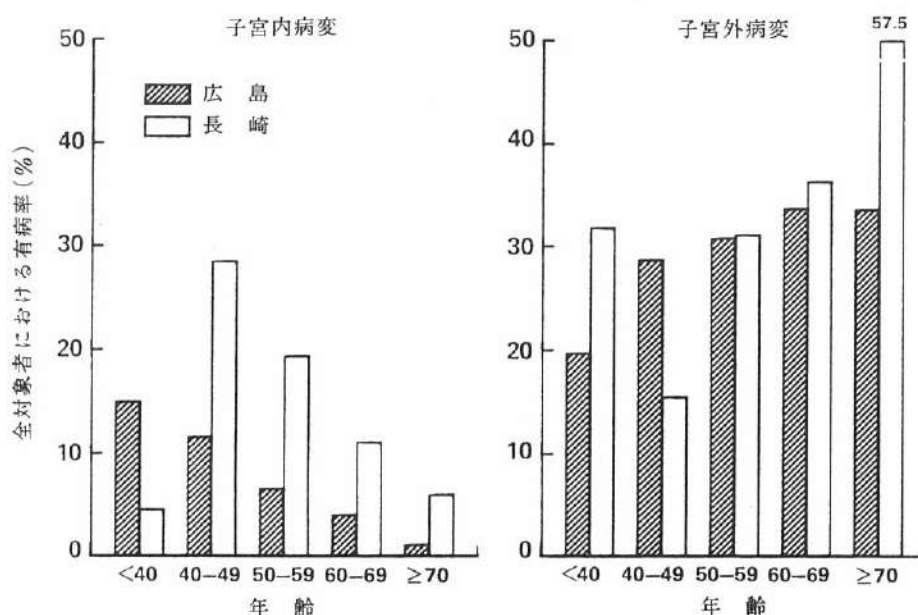


図7. 女性における子宮及び子宮外病変の有病率 年齢及び都市別

超音波検査で検出された確定癌の数を都市、部位、年齢、症状、臨床検査及び原爆放射線量 (DS86)¹⁰ 別に表3a及び3bに示した。広島11例、長崎9例、合計20例の癌が検出された。肝癌が最も頻度が高く、広島5例、長崎2例、計7例であった。広島で腎臓癌1例が見られ、長崎では腎臓癌2例及び尿管癌1例が観察された。長崎で膀胱癌2例、卵巣癌1例、広島で胃癌3例、結腸癌1例が検出された。

表3a. 各種癌，都市，症状，及び原爆放射線量 部位別

部位	基本名簿番号	性	出生年月日	確認*	症状**	備考†	原爆放射線量‡ (mGy)
広島							
肝 癌		男	1924-08-15	2	—	肝硬変， 肝触知，AFP(—)	3421
		男	1927-09-27	1a	—	慢性肝炎 肝触知，AFP(+)	2303
		男	1905-07-17	1a	—	慢性肝炎 肝触知 AFP(—)	Incal
		男	1918-05-05	1a,b	—	肝臓疾患，AFP(—)	1008
		男	1926-04-19	2	不 明§	不 明§	1193
膵 臓		女	1915-11-28	2	+	腹部柔軟，CEA(+)	0
腎 臓		男	1915-03-27	1a	—	腫瘤触診	1901
胃		女	1907-04-22	1a	+	潜血(+)	1209
		女	1930-04-18	2	—	潜血(+)	324
		男	1920-02-11	2	+	CEA(+)	255
結 腸		男	1930-05-38	1a	+	腫瘤触知，潜血(+)	0

*1a 外科手術；1b 剖検；2 死亡診断書

**+ 当該の癌に関連している，— 関連していない

† 超音波検査スクリーニング時の既往歴，理学検査，及び臨床検査データ。AFP：αフェトプロテイン，CEA：癌胎児性抗原，
(+) 陽性，(—) 陰性

‡ Incal：算定不可能，ただし T65DR は存在

§ 診療録紛失

表3b. 各種癌，都市，症状，及び原爆放射線量 部位別

部位	基本名簿番号	性	出生年月日	確認*	症状**	備考†	原爆放射線量‡ (mGy)
長 崎							
肝 癌		男	1929-06-31	1a	—	AFP(+)	0
		男	1918-11-31	2	—	肝硬変, 肝臓触知, AFP(+)	613
腎 臓		男	1922-09-25	1a	—		Incal
女		1928-05-35	1a	—	尿中の非定形細胞	2387	
膀 胱		男	1901-04-25	1a	—	膀胱炎の既往	Unk
		男	1917-09-30	1a	—		Incal
肝臓転移癌		男	1910-11-09	2	+	ビリルビン上昇, 肝臓触知	Incal
尿 管		女	1901-10-27	1a	+	肉眼的血尿	0
卵 巢		女	1905-05-08	1a	—	腫瘤触知	Incal

表3a 脚注をみよ.

‡Unk: 線量不明

対象者の諸症状を診療録に詳述し、その後解析した。癌と原爆線量との相関関係は確定できなかった。広島で無症状の癌 7 例及び症状のある癌 4 例、長崎で無症状の癌 7 例及び症状のある癌 2 例が認められた。両市でそれぞれ 7 名の対象者が手術又は剖検で診断され、また、広島 4 名及び長崎 2 名の対象者が死亡診断書により診断された。

本調査の大多数の癌患者は癌に罹患していることを知らなかった。(日本では癌患者は多くの場合医者から癌であることを告知されない。)したがって、癌患者 20 名にかかわる放影研のあらゆる診療録、すなわち放影研の X 線撮影、血液検査及び他の臨床検査、問診及び理学検査、並びに患者が他の病院及び医院で受けた紹介検査を慎重に検討した。これらの患者の放影研超音波検査の結果を解釈するとき、他の方法で癌が検出されたり、癌の疑いがもたれたことを示唆又は示した調査の結果があれば、それらを慎重に考慮した。20 症例のうち 3 症例() 診療録は、癌が最近他の方法で検出されていたことを示した。腫瘍及び組織登録のデータも検討したが、これらの対象者が以前癌と診断されたことを示すものはなかった。

考 察

超音波検査は容易かつ迅速に実施できること、グレイスケール超音波検査により得られる鮮明な画像、改良されたリアルタイムイメージング、静止像イメージング及び電離放射線被曝がないこと、これらすべてが、2 年に 1 回の成人健康調査受診者の検査に超音波検査を採用する利点を明白に示している。

疑いのある疾患が超音波検査で検出された後、放影研の臨床医師は、その健康調査受診者が勧められた必要な手当てをすべて受ける完全な保証はないとはいえ、更に詳細な評価を得るため必ず他の機関に紹介する。

英文の科学文献を調べてみたが我々の結果と比較できる腹部超音波スクリーニング検査による調査報告は見られなかった。しかし、日文の文献には多くの超音波検査による調査の報告が見られた。そのなかには「人間ドック」型のものがあったが、これは正確にはスクリーニング型検査とは言えない。日本ではどこでも「人間ドック」検査といえば一般的に無症状性の人を 1, 2 日病院・医院に入院させ、総合的な理学評価、超音波検査を含む臨床及び放射線検査を行うことを意味する。報告された調査の大部分はスクリーニング検査による調査だったので、ある程度その結果を我々の結果と比較することができた。

本調査の胆石有病率は広島の男性 6.7%, 女性 8.5%, 長崎の男性 4.5%, 女性 8.7% であった。他の研究者が報告した率、男女あわせて 3.0%, ¹¹ 3.9%¹² 及び 5 %¹³ と比較すると、これは

恐らく成人健康調査では女性が多いためであろう。松本ら¹⁴が報告した8.7%はその対象者の大多数は男性であった(2.5:1)が、本調査で観察された率により近かった。

胆嚢のポリープ状病変の率は2.5%,¹³ 3.9%¹⁴ 及び7.2%¹²と報告されているが、本調査の男女あわせた有病率は広島及び長崎で各々2.1%, 1.7%であった。剖検胆石患者に胆嚢癌罹患率が比較的高いので、以前胆嚢造影検査で胆石と診断された患者の超音波及び胆嚢造影追跡検査を慎重に行った。^{15, 16} これらの努力にもかかわらず、本調査で胆嚢癌症例は検出されなかった。

三原ら¹⁷は、男性の1.28%, 女性の1.54%に肝外胆管拡張を検出したが、本調査では男女あわせて広島で2.2%, 長崎で1.3%にこれが観察された。肝嚢胞は男女あわせて広島及び長崎でそれぞれ3.6%, 4.1%に観察されたが、日本の両市以外のところでは男女あわせて1.1%¹⁴ 及び4.9%¹²の有病率が報告されている。本調査では腎嚢胞の有病率は両市の男女あわせて5.7%であったが、両市を除いた日本では男女あわせて5.8%¹⁴ 及び9.7%¹²の有病率が報告されている。コンピューター断層撮影は腎嚢胞の検出率を容易に高めることができるが、超音波検査では特に受診者が電離放射線に被曝しないので、成人健康調査集団にはこの検査がより良い方法である。本調査では腎嚢胞の有病率は女性よりも男性の方が高かった。この傾向は他の研究者によっても観察された。¹¹⁻¹⁴

本スクリーニング検査中に検出された肝癌 7 例のうち 5 例は慢性肝炎及び肝硬変を含む肝疾患歴をもち、これらの患者のうち 3 名は α フェトプロテイン (AFP) 検査で陽性を示した。しかし、いずれも肝癌に関連した症状を示さなかった。このように腹部超音波検査は慢性肝炎又は肝硬変患者における初期肝癌の検出に極めて有効であることが立証されるかもしれない。更に、腹部超音波検査は、肝臓の形態変化と、自分が罹患していることに気付いていない肝疾患患者の肝疾患による腹水又は脾腫を検出できる。したがって、理学検査時の症状・徴候の有無とか臨床検査データの結果いかんにかかわらず超音波検査は患者のスクリーニングに有効な方法となりうる。

別の調査において、16か月間の対象者4,850名をスクリーニングした結果、癌 7 例が検出されたが、¹² 小野寺ら¹⁸は1965年には100,000当たり8.7であった肝癌の発生率が1984年には100,000当たり15.2まで増加したことを例証した。1987年に行った5,151名のスクリーニングでは小野寺ら¹⁹は肝癌 6 例を検出したが、我々の調査では6,001名を対象者をスクリーニングして癌20例を検出した。我々の調査における腹部超音波検査による癌の検出率はこれまで報告されたなかで最高のものである。多くの超音波検査員は腹部超音波検査を実施するとき上腹部に注目するが、本調査では腹部全体を検査した。したがって、我々の調査では比較的

多数の臓器を検査できたことと、成人健康調査対象者の年齢が比較的高齢であったために、報告された他の調査よりも成人健康調査で疾患検出が多かったのであろう。

我々が得た結果に基づくと、超音波検査は肝臓癌の比較的初期の検出に有益であるように思われるが、このことは今後そのような癌の発生率に関する調査を行ってから評価した方がよいかもしれない。しかし、その間の中間的な評価を念頭においた場合、2年に1回の周期で行われる成人健康調査の検査は、急速に発育している病変を対象者から検出するには比較的回数が少ない。

全体として、腹部超音波検査は、癌になるリスクが比較的高いこの固定集団における癌及び他の各種疾患の検出に有効であることが判明した。

謝 辞

原稿の批評とご提言をいただいた Barry Goldberg 並びに Stuart C. Finch 両博士に謝意を表す。原稿の作成にご援助いただいた Grace Masumoto 氏に対しても謝意を表す。J. Morita Corporation にいただいた助成金のおかげで本原稿が完成した。

付 録 1

対象者への手紙

拝 啓 その後いかがお過ごしでしょうか、お伺い申し上げます。

さて、この度当研究所放射線部では、最新式の超音波検査装置を導入いたしました。超音波検査とは、体に超音波（人の耳には聞こえないような高い音）をあてて、人体内部の様子を画像として映し出して、体内臓器の異常を診断する検査法です。この検査法では、体内に器具を挿入する必要がなく、また放射線を照射することはありません。したがって、この検査法は、きわめて安全であり、今や世界のいたるところで体の異常を探る標準的な診断法となつてまいりました。

つきましては、放影研の定期検診において、是非、超音波による検査を受けられますようお勧めいたします。

敬 具

財団法人 放射線影響研究所

理事長 重松逸造

放射線部長 ウォルター J. ラッセル

医 師 村上純滋

水島 明

参考文献

1. Kamin PD, Bernardino ME, Green B: Ultrasound manifestations of hepatocellular carcinoma. *Radiology* 131:459-61, 1979
2. Weaver RM, Goldstein HM, Green B, Perkins C: Gray scale ultrasonographic evaluation of hepatic cystic disease. *AJR* 130:849-52, 1978
3. Olken SM, Bledsoe R, Newmark H III: The ultrasonic diagnosis of primary carcinoma of the gallbladder. *Radiology* 129:481-2, 1978
4. Reviews: Ultrasonography of the pancreas. *Lancet* 2:1212-3, 1977
5. Arger PH, Mulhern CB, Pollack HM, Banner MP, Wein AJ: Ultrasonic assessment of renal transitional cell carcinoma. Preliminary report. *AJR* 132:407-11, 1979
6. Bernardino ME, Goldstein HM, Green B: Gray-scale ultrasonography of adrenal neoplasms. *AJR* 130:741-4, 1978
7. Bree RL, Green B: The gray scale sonographic appearance of intraabdominal mesenchymal sarcomas. *Radiology* 128:193-7, 1978
8. Walsh JW, Rosenfield AT, Jaffee CC, Schwartz PE, Simeone J, Dembner AG, Taylor KJW: Prospective comparison of ultrasound and computed tomography in the evaluation of gynecologic pelvis masses. *AJR* 131:955-60, 1978
9. Sawada H, Kodama K, Shimizu Y, Kato H: Adult Health Study Report 6. Results of six examination cycles, 1968-80, Hiroshima and Nagasaki. RERF TR 3-86

10. Roesch WC (Ed): US-Japan Joint Reassessment of Atomic Bomb Radiation Dosimetry in Hiroshima and Nagasaki. Final Report, Volumes 1 and 2. Hiroshima, RERF, 1987
11. Okamura T, Shibata Y, Utsumi M, Yamasaki H, Suzuki Y, Saito Y, Okano S, Maguchi K, Aiba M, Ike K, Kitazawa T, Kato N, Ohira M, Hayashi N, Kitamori S, Yamano M, Nagashima T, Murakami M, Ayabe T, Yokouchi S, Fujimoto Y, Yokota K, Takasago K, Takai Y, Harada K, Mizushima K, Ueda N, Namiki M: Ultrasonographic mass screening of the abdomen—Liver, gallbladder, and pancreas lesions. *J Gastroenterol Mass Survey* 68:25–34, 1985
12. Mihara S, Ishihara E: Ultrasonographic screening of the abdomen—Human dock and mass survey. *J Gastroenterol Mass Survey* 67:45–8, 1985
13. Onodera H, Chida N, Abe M, Kimura S, Goto Y, Fukao A, Sugawara N: Ultrasonic mass survey for liver, biliary tract and pancreatic diseases: A detection of gallbladder diseases. *J Gastroenterol Mass Survey* 74:41–7, 1987
14. Matsumoto S, Kawamura S, Ohmagari J, Koito H, Hidata H, Hirata H, Yasumori K, Ninomiya K, Miki H, Kuroiwa T, Hanada K, Kuwajima K: Present state of ultrasonic examination in human dock in Matsuyama Red Cross Hospital. *Matsuyama Red Cross Hosp J Med* 9:147–51, 1985
15. Robertson JD, Kato H, Schreiber WM: Carcinoma of the gallbladder, bile ducts, and Vater's ampulla, Hiroshima and Nagasaki. ABCC TR 7-70
16. Robertson JD, Kato H, Schreiber WM: Cholelithiasis in Hiroshima and Nagasaki, 1 October 1961–31 December 1967. ABCC TR 14-69
17. Mihara S, Tamanaga M, Sawatari M, Narimatsu R, Nagano K, Nishiono A, Koba H, Hirao S, Tanaka S, Migita K, Yatsuda M, Baba H, Ishihara E, Beppu S, Koyama W: A study on results and standardization of ultrasonic mass survey for abdominal organs. *J Gastroenterol Mass Survey* 77:57–65, 1987
18. Onodera H, Chida N, Oikawa M, Abe M, Kimura S, Goto Y, Fukao A, Sugawara N: Ultrasonic mass survey for liver, biliary tract and pancreatic disease: A detection of liver diseases. *J Gastroenterol Mass Survey* 72:28–33, 1986
19. Onodera H, Chida N, Kimura S, Abe M, Goto Y, Fukao A, Sugawara N: Ultrasonic mass survey for liver, biliary tract and pancreatic diseases: A detection of hepatocellular carcinoma. *J Gastroenterol Mass Survey* 74:10–17, 1987