J Forensic Sci, July 2003, Vol. 48, No. 4
Paper ID JFS2003045_484
Published 19 May 2003
Available online at: www.astm.org

FOR THE RECORD

John M. Butler,[1] *Ph.D.; Richard Schoske,*[1] *M.A.; Peter M. Vallone,*[1] *Ph.D.; Janette W. Redman*[1]*; and Margaret C. Kline,*[1] *M.S.*

Allele Frequencies for 15 Autosomal STR Loci on U.S. Caucasian, African American, and Hispanic Populations*

POPULATIONS: U.S. Caucasian, African American, and Hispanic

KEYWORDS: DNA profiling, short tandem repeats, DNA typing, STR, CSF1PO, FGA, TH01, TPOX, vWA, D3S1358, D5S818, D7S820, D8S1179, D13S317, D16S539, D18S51, D21S11, D2S1338, D19S433

Anonymous liquid blood samples with self-identified ethnicities were purchased from Interstate Blood Bank (Memphis, TN) and Millennium Biotech, Inc. (Ft. Lauderdale, FL) and extracted using a modified salt out procedure (1). The extracted DNA was then quantified using UV spectrophotometry at 260 nm and a PicoGreen assay (2). A 150-μL aliquot of the extracted DNA solution was directly quantified in a Cary 100 double-beam spectrophotometer (Varian Analytical Instruments, Walnut Creek, CA). Low volume micro-cuvettes allowed for accurate absorbance measurements (A = 0.2 to 0.6) without prior dilution of the stock extracted DNA. Sample concentrations were adjusted to 1 ng/μL for typing purposes using the PicoGreen assay values. Fifteen autosomal STR markers (the 13 CODIS core loci and D19S433 and D2S1338) were typed along with amelogenin using the Applied Biosystems AmpFℓSTR® Identifiler™ kit (3). PCR amplification was carried out on a GeneAmp® 9700 (Applied Biosystems) using 1 ng of DNA according to kit protocols (3) with the exception of reduced volume reactions (5 μL instead of 25 μL) and reduced cycles (26 instead of 28). Amplification products were diluted 1:15 in Hi-Di™ formamide and GS500-LIZ internal size standard (Applied Biosystems) and analyzed on the 16-capillary ABI Prism® 3100 Genetic Analyzer without prior denaturation of samples. POP™-6 (Applied Biosystems) rather than POP™-4 was utilized for higher resolution separations on a 36 cm array. Samples were injected electrokinetically for either 10 s at 3 kV (default value) or 5 s at 2 kV. Allele calls were made in Genotype® 3.7 by comparison with kit allelic ladders using the Kazaam macro (20% filter).

A total of 700 unique STR profiles were evaluated: 302 Caucasian, 258 African American, and 140 Hispanic. There were 660 males and 40 females. The resultant data were evaluated using the DNATYPE program (4). The allele frequencies with observed and expected heterozygosity values from Hardy-Weinberg tests in the three U.S. populations are listed in Tables 1–3. The complete dataset is available at http://www.cstl.nist.gov/biotech/strbase.

References

1. Miller SA, Dykes DD, Polesky HF. A simple salting out procedure for extracting DNA from human nucleated cells. Nucleic Acids Res 1988; 16(3):1215.
2. Singer VL, Jones LJ, Yue ST, Haugland RP. Characterization of PicoGreen reagent and development of a fluorescence-based solution assay for double-stranded DNA quantitation. Anal Biochem 1997;249-(2):228–38.
3. Applied Biosystems (2001) AmpFℓSTR® Identifiler™ PCR Amplification Kit User's Manual, Foster City, CA, P/N 4323291.
4. Chakraborty R, Stivers D, Zhong Y, CHG. DNATYPE, (Windows 95/NT ver.). University of Texas, Houston, TX.

Additional information and reprint requests:
Dr. John Butler
National Institute of Standards and Technology
100 Bureau Dr.
Mail Stop 8311
Gaithersburg, MD 20899-8311
Tel: 301-975-4049
fax: 301-975-8505
E-mail: john.butler@nist.gov

[1] Biotechnology Division, National Institute of Standards and Technology, Gaithersburg, MD.

* National Institute of Justice (NIJ) funded this work in part through an interagency agreement with the NIST Office of Law Enforcement Standards.

TABLE 1—*U.S. Caucasian allele frequencies for 15 autosomal STR loci (*N *=302).*

Allele	CSF1PO	FGA	TH01	TPOX	VWA	D3S1358	D5S818	D7S820	D8S1179	D13S317	D16S539	D18S51	D21S11	D2S1338	D19S433
5	--	--	0.002	0.002	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
6	--	--	0.232	0.002	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
7	--	--	0.190	--	--	--	0.002	0.018	--	--	--	--	--	--	--
8	0.005	--	0.084	0.535	--	--	0.003	0.151	0.012	0.113	0.018	--	--	--	--
8.1	--	--	--	--	--	--	--	0.002	--	--	--	--	--	--	--
9	0.012	--	0.114	0.119	--	--	0.050	0.177	0.003	0.075	0.113	--	--	--	--
9.3	--	--	0.368	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
10	0.217	--	0.008	0.056	--	--	0.051	0.243	0.101	0.051	0.056	0.008	--	--	0.002
10.3	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
11	0.301	--	0.002	0.243	--	0.002	0.361	0.207	0.083	0.339	0.321	0.017	--	--	0.005
12	0.361	--	--	0.041	--	--	0.384	0.166	0.185	0.248	0.326	0.127	--	--	0.081
12.2	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	0.002
13	0.096	--	--	0.002	0.002	--	0.141	0.035	0.305	0.124	0.146	0.132	--	--	0.253
13.2	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	0.007
14	0.008	--	--	--	0.094	0.103	0.007	0.002	0.166	0.048	0.020	0.137	--	--	0.369
14.2	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	0.002	--	--	0.018
15	--	--	--	--	0.111	0.262	0.002	--	0.114	0.002	--	0.159	--	0.002	0.152
15.2	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	0.035
16	--	--	--	--	0.200	0.253	--	--	0.031	--	--	0.139	--	0.033	0.050
16.2	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	0.015
17	--	--	--	--	0.281	0.215	--	--	--	--	--	0.126	--	0.182	0.008
17.2	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	0.002
18	--	0.026	--	--	0.200	0.152	--	--	--	--	--	0.076	--	0.079	--
18.2	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--		--	--	0.002
19	--	0.053	--	--	0.104	0.012	--	--	--	--	--	0.038	--	0.114	--
19.2	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
20	--	0.127	--	--	0.005	0.002	--	--	--	--	--	0.022	--	0.146	--
21	--	0.185	--	--	0.002	--	--	--	--	--	--	0.008	--	0.041	--
21.2	--	0.005	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
22	--	0.219	--	--	--	--	--	--	--	--	--	0.008	--	0.038	--
22.2	--	0.012	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
22.3	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
23	--	0.134	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	0.118	--
23.2	--	0.003	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
24	--	0.136	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	0.123	--
24.2	--	0.002	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
25	--	0.071	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	0.093	--
25.2	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	0.002	--	--
26	--	0.023	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	0.030	--
27	--	0.003	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	0.026	0.002	--
28	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	0.159	--	--
29	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	0.195	--	--
29.2	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	0.003	--	--
30	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	0.278	--	--
30.2	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	0.028	--	--
31	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	0.083	--	--
31.2	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	0.099	--	--
32	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	0.007	--	--
32.2	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	0.084	--	--
33	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	0.002	--	--
33.1	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
33.2	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	0.026	--	--
34	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
34.2	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	0.005	--	--
35	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	0.002	--	--
36	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
37	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
38	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
39	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
H(ob)	0.725	0.887	0.719	0.656	0.841	0.765	0.709	0.818	0.778	0.745	0.735	0.881	0.841	0.871	0.755
H(ex)	0.724	0.857	0.756	0.637	0.810	0.789	0.698	0.816	0.816	0.786	0.754	0.880	0.835	0.885	0.767
P	0.968	0.037	0.058	0.522	0.202	0.628	0.891	0.423	0.278	0.099	0.171	0.846	0.205	0.798	0.952

H(ob): observed heterozygosity; H(ex): expected heterozygosity; *P:* Hardy-Weinberg equilibrium, exact test based on 2000 shufflings.

TABLE 2—*U.S. African American allele frequencies for 15 autosomal STR loci* (N = 258).

Allele	CSF1PO	FGA	TH01	TPOX	VWA	D3S1358	D5S818	D7S820	D8S1179	D13S317	D16S539	D18S51	D21S11	D2S1338	D19S433
5	--	--	0.004	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
6	--	--	0.124	0.101	--	--	--	0.002	--	--	--	--	--	--	--
7	0.053	--	0.421	0.017	--	--	--	0.016	--	--	--	--	--	--	--
8	0.060	--	0.194	0.372	--	--	0.048	0.236	0.002	0.033	0.039	--	--	--	--
8.1	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
9	0.037	--	0.151	0.178	--	--	0.039	0.109	0.006	0.033	0.196	0.004	--	--	--
9.3	--	--	0.105	--	--	--		0.002	--	--	--	--	--	--	--
10	0.257	--	0.002	0.089	--	--	0.070	0.331	0.029	0.023	0.116	0.006	--	--	0.010
10.3	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
11	0.249	--	--	0.219	--	--	0.233	0.203	0.045	0.306	0.318	0.002	--	--	0.062
12	0.298	--	--	0.021	0.002	--	0.353	0.087	0.141	0.424	0.196	0.078	--	--	0.114
12.2	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	0.035
13	0.037	--	--	0.002	0.008	0.002	0.238	0.014	0.217	0.145	0.118	0.053	--	--	0.246
13.2	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	0.006	--	--	0.052
14	0.010	--	--	--	0.078	0.089	0.016	--	0.300	0.035	0.017	0.072	--	--	0.223
14.2	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	0.079
15	--	--	--	--	0.186	0.302	0.004	--	0.184	--	--	0.161	--	--	0.078
15.2	--	--	--	--	--	0.002	--	--	--	--	--	0.002	--	--	0.060
16	--	--	--	--	0.248	0.335	--	--	0.070	--	--	0.158	--	0.058	0.004
16.2	--	0.002	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	0.027
17	--	--	--	--	0.242	0.205	--	--	0.004	--	--	0.152	--	0.099	--
17.2	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	0.006
18	--	0.002	--	--	0.155	0.060	--	--	0.002	--	--	0.123	--	0.039	--
18.2	--	0.012	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	0.004
19	--	0.062	--	--	0.062	0.004	--	--	--	--	--	0.099	--	0.148	--
19.2	--	0.004	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
20	--	0.056	--	--	0.016	--	--	--	--	--	--	0.064	--	0.103	--
21	--	0.116	--	--	0.004	--	--	--	--	--	--	0.010	--	0.144	--
21.2	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	0.002	--	--	--
22	--	0.196	--	--	--	--	--	--	--	--	--	0.006	--	0.130	--
22.2	--	0.004	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
22.3	--	0.002	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
23	--	0.171	--	--	--	--	--	--	--	--	--	0.002	--	0.111	--
23.2	--	0.002	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
24	--	0.122	--	--	--	--	--	--	--	--	--	0.002	--	0.080	--
24.2	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
25	--	0.124	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	0.072	--
25.2	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
26	--	0.081	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	0.002	0.012	--
27	--	0.023	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	0.078	0.004	--
28	--	0.012	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	0.258	--	--
29	--	0.004	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	0.198	--	--
29.2	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
30	--	0.002	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	0.174	--	--
30.2	--	0.002	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	0.010	--	--
31	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	0.081	--	--
31.2	--	0.002	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	0.047	--	--
32	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	0.008	--	--
32.2	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	0.058	--	--
33	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	0.006	--	--
33.1	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	0.002	--	--
33.2	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	0.035	--	--
34	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	0.006	--	--
34.2	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
35	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	0.023	--	--
36	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	0.010	--	--
37	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	0.002	--	--
38	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	0.002	--	--
39	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	0.002	--	--
H(ob)	0.759	0.884	0.760	0.764	0.802	0.764	0.733	0.764	0.764	0.690	0.783	0.860	0.830	0.903	0.876
H(ex)	0.776	0.876	0.738	0.764	0.813	0.744	0.757	0.775	0.803	0.702	0.795	0.885	0.845	0.893	0.854
P	0.881	0.555	0.648	0.796	0.980	0.588	0.441	0.176	0.165	0.348	0.197	0.571	0.105	0.923	0.336

H(ob): observed heterozygosity; H(ex): expected heterozygosity; *P:* Hardy-Weinberg equilibrium, exact test based on 2000 shufflings.

TABLE 3—*U.S. Hispanic allele frequencies for 15 autosomal STR loci (*N = *140).*

Allele	CSF1PO	FGA	TH01	TPOX	VWA	D3S1358	D5S818	D7S820	D8S1179	D13S317	D16S539	D18S51	D21S11	D2S1338	D19S433
5	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
6	--	--	0.214	0.004	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
7	0.021	--	0.279	0.007	--	--	0.043	0.014	--	--	--	--	--	--	--
8	--	--	0.096	0.471	--	--	0.011	0.121	0.007	0.121	0.025	--	--	--	--
8.1	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
9	0.021	--	0.150	0.104	--	--	0.043	0.111	0.011	0.154	0.139	--	--	--	0.004
9.3	--	--	0.246	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
10	0.232	--	0.014	0.032	--	--	0.061	0.293	0.100	0.100	0.118	0.004	--	--	--
10.3	0.004	--	--	--	--	--	--	0.004	--	--	--	--	--	--	--
11	0.293	--	--	0.275	--	--	0.350	0.257	0.057	0.236	0.261	0.011	--	--	0.014
12	0.357	--	--	0.107	--	--	0.350	0.164	0.143	0.221	0.254	0.118	--	--	0.064
12.2	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	0.014
13	0.061	--	--	--	--	0.007	0.125	0.036	0.268	0.118	0.186	0.111	--	--	0.250
13.2	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	0.032
14	0.007	--	--	--	0.086	0.079	0.014	--	0.250	0.046	0.018	0.139	--	--	0.375
14.2	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	0.043
15	0.004	--	--	--	0.168	0.293	0.004	--	0.129	0.004	--	0.189	--	--	0.121
15.2	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	0.036
16	--	--	--	--	0.264	0.286	--	--	0.025	--	--	0.136	--	0.036	0.021
16.2	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	0.025
17	--	--	--	--	0.218	0.204	--	--	0.007	--	--	0.129	--	0.196	--
17.2	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
18	--	0.018	--	--	0.171	0.125	--	--	0.004	--	--	0.068	--	0.100	--
18.2	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
19	--	0.064	--	--	0.079	0.007	--	--	--	--	--	0.039	--	0.179	--
19.2	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
20	--	0.089	--	--	0.011	--	--	--	--	--	--	0.032	--	0.136	--
21	--	0.168	--	--	0.004	--	--	--	--	--	--	0.011	--	0.036	--
21.2	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
22	--	0.150	--	--	--	--	--	--	--	--	--	0.014	--	0.061	--
22.2	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
22.3	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
23	--	0.136	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	0.096	--
23.2	--	0.004	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
24	--	0.150	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	0.071	--
24.2	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	0.004	--	--
25	--	0.121	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	0.075	--
25.2	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
26	--	0.054	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	0.014	--
27	--	0.043	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	0.036	--	--
28	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	0.096	--	--
29	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	0.200	--	--
29.2	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	0.004	--	--
30	--	0.004	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	0.261	--	--
30.2	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	0.039	--	--
31	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	0.082	--	--
31.2	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	0.111	--	--
32	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	0.007	--	--
32.2	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	0.129	--	--
33	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	0.004	--	--
33.1	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	0.004	--	--
33.2	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	0.021	--	--
34	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	0.004	--	--
34.2	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
35	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
36	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
37	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
38	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
39	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
H(ob)	0.743	0.886	0.764	0.679	0.850	0.757	0.729	0.864	0.786	0.843	0.793	0.914	0.871	0.843	0.764
H(ex)	0.731	0.880	0.787	0.681	0.814	0.772	0.734	0.796	0.818	0.834	0.802	0.879	0.847	0.878	0.775
P	0.991	0.734	0.891	0.021	0.939	0.943	0.360	0.284	0.282	0.910	0.752	0.194	0.990	0.373	0.350

H(ob): observed heterozygosity; H(ex): expected heterozygosity; *P:* Hardy-Weinberg equilbrium, exact test based on 2000 shufflings.